Die Arbeit am Bildschirm

Ausführliche Informationen für Fachleute und Interessierte



Die Arbeit am Bildschirm

Ausführliche Informationen für Fachleute und Interessierte

Suva
Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
Gesundheitsschutz
Postfach, 6002 Luzern
Telefon 041 419 51 11
Telefax 041 419 59 17 (für Bestellungen)
Internet www.suva.ch

Die Arbeit am Bildschirm
Ausführliche Informationen für Fachleute und Interessierte

Verfasser: Walter Lips
Suva, Abteilung Arbeitssicherheit, Bereich Akustik, Luzern
Prof. Dr. rer. nat. Dr. med. Helmut Krueger
ETH, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, Zürich
Prof. Dr. Dipl. Inf., Dipl. Psych. Matthias Rauterberg
IPO Centre for Research on User-System Interaction, TU Eindhoven NL

Zeichnungen: Lucas Zbinden, Lobsigen
Fotos: Ruedi Hopfner, Luzern

1. Auflage – 1983
11., vollständig überarbeitete Auflage – Oktober 1998
12. Auflage – Dezember 2001 – 246 000 bis 256 000

Bestellnummer: 44022.d

Vorwort zur 11. Auflage (1998)

Die Publikation «Die Arbeit am Bildschirm» erschien erstmals 1983 bei der Suva. Seither wurden über 400'000 Exemplare der Broschüre abgegeben. Sie hat in ihren wesentlichen Aussagen bis zum heutigen Tag nichts an Aktualität eingebüsst. In der vorliegenden Neufassung sind wiederum technische Neuentwicklungen sowie die Ergebnisse neuerer Untersuchungen berücksichtigt worden. Beim Bildschirmarbeitsplatz zeichnet sich heute ganz allgemein eine Verlagerung der ergonomischen Probleme vom eigentlichen System in Richtung Arbeitsumgebung ab. Auch auf diese Entwicklung wird in der vorliegenden 11. Auflage eingegangen.

Die Broschüre richtet sich in erster Linie an Fachleute, z. B. an Personen, die in Betrieben für das Einrichten von Bildschirmarbeitsplätzen und für die Auswahl der entsprechenden Arbeitsmittel verantwortlich sind. Sie ist aber in einer Sprache gehalten, die sie auch einem weiteren Kreis von Interessenten zugänglich macht. – Bei der Suva ist auch eine Kurzfassung der Publikation erhältlich (Bestell-Nr. 44034), die speziell auf die Bedürfnisse der Benützerinnen und Benützer zugeschnitten ist.

Für Bildschirmarbeitsplätze gibt es in der Schweiz keine konkreten gesetzlichen Vorschriften. Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Publikation eine Reihe von Empfehlungen gegeben, die auch auf ausländischen Erfahrungen beruhen. In den letzten Jahren hat sich die Situation zugunsten der Benützerinnen und Benützer verändert, sind doch heute fast ausschliesslich Produkte auf dem Markt erhältlich, die den ergonomischen Bedürfnissen und Erfordernissen gerecht werden. Die Probleme sind bekannt, umfassende wissenschaftliche Studien haben zu praktikablen Lösungen geführt.

In der Schweiz besteht ein Dualismus zweier Gesetze, der immer wieder zu Diskussionen Anlass gibt. Für die Belange der Bildschirmarbeit sind nach Arbeitsgesetz (ArG) das Staatssekretariat für Wirtschaft (seco) und die kantonalen Arbeitsinspektorate zuständig, da sich v. a. Fragen der Zumutbarkeit und des psychischen und physischen Gesundheitsschutzes stellen. Die Praxis hat jedoch gezeigt, dass viele betroffene Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer als Anlaufstelle die Suva wählen, die auf der Basis des Unfallversicherungsgesetzes (UVG) für Berufskrankheiten zuständig ist. Gesundheitliche Probleme als Folge von Bildschirmarbeit sind wohl bekannt, werden von der Suva aber nicht der Gruppe der Berufskrankheiten zugeordnet.

Inhalt

1 Einleitung

1.1 Entwicklung der Bildschirmarbeit

Bildschirmarbeitsplätze gehören heute für viele Beschäftigte zum beruflichen Alltag. Zahlreiche berufliche Tätigkeiten sind ohne Bildschirmeinsatz gar nicht mehr denkbar. Der Bildschirmarbeitsplatz hat zu einer massiven Veränderung des Büroalltags geführt (Bilder 1-3).

Die Entwicklung ist beinahe unglaublich: 1965 gab es nur vereinzelte mit einem zentralen Computer verbundene Bildschirmgeräte. 1990 standen in der Schweiz bereits mehr als 500'000 solcher Bildschirmgeräte im Einsatz, und heute sind es deutlich mehr als 1 Million. Hinzu kommen die Personalcomputer (PC), deren Zahl in den letzten Jahren gewaltig zugenommen hat: Man rechnet heute damit, dass in Büros und Betrieben über 1 Million PCs installiert sind. Insgesamt benützen also in der Schweiz über 2 Millionen Menschen bei der Arbeit den Bildschirm – das ist ungefähr die Hälfte der Erwerbstätigen. Auch im Ausbildungssektor stehen Hunderttausende von Bildschirmen im Einsatz. Hinzu kommt eine sehr grosse Anzahl von Geräten in den Privathaushalten.

207'572



207'573



Bilder 2, 3
Bildschirmarbeitsplätze in einem modernen Büro (konventionell und CAD).

207'571



Bild 1
Bildschirmarbeitsplätze in einem kleineren Büro.

Die graphischen Benutzeroberflächen (Macintosh und Windows) haben einen Siegeszug angetreten, der seinesgleichen sucht. In sehr kurzer Zeit haben sich auch die Probleme der Informationsdarstellung auf dem Bildschirm grundlegend gewandelt, was in der vorliegenden Neufassung dieser Publikationen gebührend berücksichtigt wird.

Die strukturellen Veränderungen in unserer Wirtschaft führen zu einer deutlichen Abnahme der reinen Produktionsarbeitsplätze.

Dieser Trend dürfte sich in den nächsten Jahren fortsetzen, ist doch eine unaufhaltsame Verlagerung von Arbeitsplätzen vom industriellen Bereich in den sogenannten tertiären Sektor (Dienstleistungsbereich) unverkennbar.

Eine Dominanz der Bildschirmarbeitsplätze lässt sich in allen Bereichen des Dienstleistungssektors feststellen. Aber auch in den industriellen Betrieben sind sie mittlerweile so weit verbreitet, dass von einer Konzentration der Bildschirmarbeitsplätze in einzelnen Berufskategorien nicht mehr gesprochen werden kann. Der Umstand, dass heute nicht nur Sekretariate, sondern auch Werkstattbüros fast durchwegs mit Bildschirmen ausgerüstet sind, hat das allgemeine Interesse an einer optimalen Einrichtung dieser Arbeitsplätze sprunghaft anwachsen lassen.

Spezielle Aufmerksamkeit muss den CAD-Arbeitsplätzen (CAD = computer-aided design) gewidmet werden, wird doch hier der Mensch ganz besonders gefordert. Einerseits werden beim CAD grosse Bildschirme eingesetzt, was Konsequenzen für die Wahl des Mobiliars und der Beleuchtung haben muss, andererseits gilt es zu berücksichtigen, dass viele Beschäftige einen grossen Teil ihrer Arbeitszeit an solchen Systemen verbringen. Diese Probleme werden ausführlich behandelt und angemessene Lösungen vorgeschlagen.

Anders liegen die Verhältnisse bei den tragbaren Computern, den Notebooks, die ebenfalls bereits eine sehr grosse Verbreitung gefunden haben. Hunderttausende dieser kleinen Wunderwerke der Technik werden in Eisenbahnwagen und Flugzeugen, im Auto und im Gartenrestaurant oder auch beim Kundenbesuch eingesetzt. Da die Einsatzorte nur selten den Idealvorstellungen der Ergonomie entsprechen, sind diesbezügliche Empfehlungen problematisch. Man ist mit dem Notebook auch eher bereit, unter nicht optimalen Umständen zu arbeiten, da es sich dabei häufig um relativ kurze Einsätze an wechselnden Orten handelt (und die Batterien ohnehin nach wenigen Stunden leer sind).

Am häufigsten trifft man im Büroalltag immer noch den klassischen «Bildschirm» an. Dieser etwas allgemeine Begriff wird meist für ein Anzeigegerät vom Typ der Kathodenstrahlröhre verwendet. Allerdings existieren auch noch andere Anzeigesysteme wie Mikrofiche-Leseapparate, Plasmaanzeigen und Flüssigkristallanzeigen, die teilweise ähnliche Probleme zur Folge haben. Gerade die Flüssigkristallanzeigen, die wir ja von den Notebooks her kennen, werden in den nächsten Jahren eine sehr schnelle Verbreitung finden, ist es doch technisch bereits möglich, solche Anzeigegeräte bis zu einer Bildgrösse von 21 Zoll herzustellen.

Das am modernen Arbeitsplatz eingesetzte Bildschirmgerät kann technisch grundsätzlich mit einem Fernsehapparat verglichen werden; die Technik der Bilderzeugung ist praktisch identisch. Unterschiedlich ist vor allem die Grösse, und somit auch die Betrachtungsdistanz. Bezüglich der visuellen Anforderungen bestehen allerdings grosse Unterschiede: Beim Fernsehapparat betrachten wir farbige, bewegte Bilder, während auf dem Computerbildschirm hauptsächlich Texte oder Zahlen gelesen werden müssen. Auch diese Unterschiede verwischen sich mit den neuesten Innovationen: wenn etwa Multimediaprogramme (mit bewegten Bildern und Ton) am PC-Bildschirm betrachtet werden (Bild 4) oder wenn Internetinformationen über den Fernsehapparat abgerufen werden.

207'574



Bild 4
Modernes Multimediasystem.

1.2 Was ist eigentlich Bildschirmarbeit?

Sehr häufig wird pauschal von «Bildschirmarbeit» und den damit zusammenhängenden Problemen gesprochen. Die Praxis zeigt, dass solche Arbeiten sehr unterschiedlich sein können. Der Datatypist, der den ganzen Tag Daten von Rechnungsbelegen eingibt und nur hin und wieder einen Blick auf den Bildschirm wirft; der Sachbearbeiter, der vom Computer mehr oder weniger oft Daten abfragt; der EDV-Spezialist, der bei Programmentwicklungen ein intensives Zwiegespräch mit dem Bildschirmgerät führt; der Maschinenzeichner, der am CAD-System Bauelemente für eine Maschine konstruiert: sie alle machen «Bildschirmarbeit». Dabei ist die geistige und körperliche Belastung aber recht unterschiedlich. In der Praxis unterscheidet man zwei Hauptarten typischer Bildschirmarbeit: die Dateneingabe und die Dialogarbeit.

Bei der Dateneingabe (Bild 5) werden zahlreiche Daten pro Zeiteinheit eingetippt. Mit beiden Händen wird vorwiegend mit der Tastatur gearbeitet. Die Maus wird eher selten eingesetzt. Der Blick ist meist auf die Vorlage gerichtet und geht nur flüchtig zum Bildschirm. In anderen Fällen werden ab Diktiergerät Daten eingegeben. Sitz- und Kopfhaltung sind vorgegeben. Die Arbeit ist sehr oft monoton, ohne Abwechslung. Belastet werden vor allem der Stütz- und Halteapparat, d. h. die Wirbelsäule, die Nacken- und Schultermuskulatur sowie die Muskulatur und die Sehnen von Armen und Händen. Eine Belastung der Augen erfolgt hier weniger durch den Bildschirm als allenfalls durch schlecht lesbare Belege und durch störenden Glanz auf der Arbeitsfläche. Trotz der Monotonie der Arbeit sind die Ansprüche an die Aufnahme- und Konzentrationsfähigkeit gross.

Bei der Dialogarbeit (Bild 6) wird das System zur Informationsausgabe und -annahme benützt. Im Hinblick auf ständig neue Informationssysteme (z. B. Internet, elektronische Telefonbücher, Lexika und Wörterbücher auf CD-ROM usw.) gewinnt die Dialogarbeit immer mehr an Bedeutung. Daten werden über die Tastatur und die Maus eingegeben und abgefragt. Der Blick auf den Bildschirm ist intensiver, die Benutzung der Tastatur ist allerdings weniger ausgeprägt als bei der Dateneingabe. Durch den technischen Fortschritt wird der Anteil an Nebenarbeiten immer kleiner. Technische Dokumentationen oder Handbücher liegen nicht mehr in gedruckter Form vor, sondern werden über das System am Bildschirm abgerufen. Einzig Telefongespräche führen zu einem Unterbruch der Bildschirmarbeit. Die Dialogarbeit stellt grosse Ansprüche an das Konzentrations-, Aufnahme- und Reaktionsvermögen.

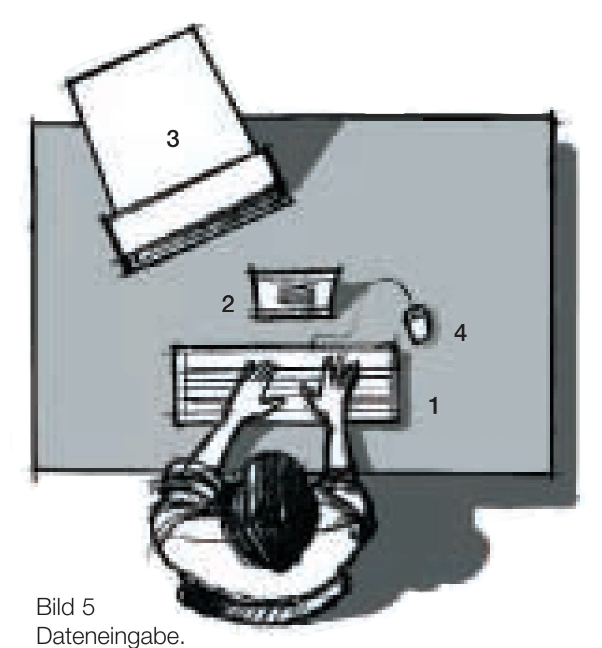


Bild 5
Dateneingabe.
1 Tastatur / 2 Beleg / 3 Bildschirm / 4 Maus

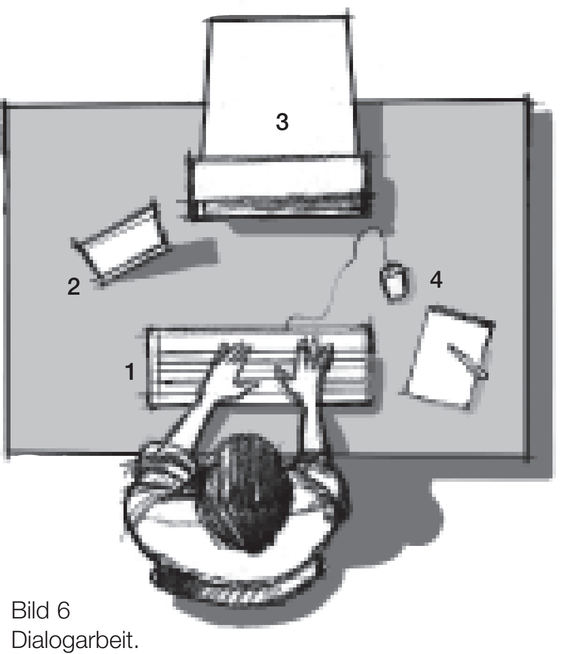


Bild 6
Dialogarbeit.
1 Tastatur / 2 Beleg / 3 Bildschirm / 4 Maus

1.3 Vergleich zwischen Bildschirmarbeit und traditioneller Büroarbeit

Der wesentlichste Unterschied in der Darstellung der Information besteht darin, dass die Darstellungsebene bei der Bildschirmarbeit meist vertikal und nicht wie bei der traditionellen Büroarbeit horizontal ist.

Wegen der mehr oder weniger festen Position des Bildschirms sind sowohl Blickfeld als auch Sitzhaltung eingeengt. Die Arbeitsabläufe sind anders als bei der traditionellen Büroarbeit: Viele Nebenarbeiten entfallen, der Kontakt mit Mitarbeitern nimmt ab. Durch den rascheren Informationsfluss, unter Umständen auch durch die unvermeidlichen und in ihrer Dauer schwer abschätzbaren Wartezeiten, werden die Anforderungen an das Zentralnervensystem bzw. an unsere Sinne und unsere Geduld grösser.

Andererseits macht die praktisch ortsunabhängige Datenausgabe das mühsame Hervorsuchen von Daten überflüssig. Der raschere Informationsfluss beschleunigt den Arbeitsablauf. Durch die Erschliessung grosser Informationsquellen, z. B. Datenbanken, kann die Arbeit interessanter werden.

1.4 Klagen bei der Arbeit am Bildschirm

Die häufigsten Klagen betreffen Beschwerden wie Kopf- und Nackenschmerzen, Augenbrennen, Augentränen, Nervosität, Stress, Schmerzen in Schultern, Armen und Händen.

Die Ursachen für Augenbeschwerden können auf eine erhöhte Belastung und die daraus resultierende schnellere Ermüdung der Augen durch folgende Einflüsse zurückgeführt werden:

- grössere Anforderungen an die Akkommodation und die Adaptation (Anpassung der Augen an wechselnde Distanzen und Helligkeiten, vgl. Kap. 2.4.3 und 2.4.4),
- Direkt- und Indirektblendung (Glanz und Spiegelungen),
- Flimmern von Zeichen und Hintergrund,
- unbefriedigende formale Darstellung einzelner Schriftzeichen, einzelner Schriftzeilen oder ganzer Textseiten (oft wegen zu kleiner Zeichen, wenn zu viele Informationen gleichzeitig auf dem Bildschirm aktiviert werden),
- unscharfe Zeichen und ungenügende Zeichenkontraste (oft nur eine Frage der Bildschirmeinstellung),
- Negativdarstellung (helle Zeichen, dunkler Hintergrund), falscher Bildschirmabstand, falsche Bildschirmhöhe, falsche Brille.

Schmerzen in Nacken, Schultern, Armen und Händen werden bei der Bildschirmarbeit häufig durch körperliche Zwangshaltungen verursacht.

Die Klagen unterscheiden sich nicht grundsätzlich von denen, die gelegentlich Personen vorbringen, die noch traditionelle Büroarbeit oder eine andere vergleichbare Tätigkeit verrichten. Sie sind aber mit dem Aufkommen der Bildschirmarbeit häufiger geworden. Das hat auch mit der höheren geistigen Belastung zu tun, die die Toleranzschwellen sinken lässt und damit zu einer Zunahme der Klagen führt.

Mit diesem Problem sind speziell ältere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei der Umstellung eines traditionellen auf einen Bildschirmarbeitsplatz konfrontiert. Weil die Anforderungen an das Sehvermögen am neuen Arbeitsplatz höher sind, werden Sehfehler offensichtlich, die vorher nicht gestört haben oder gar nicht wahrgenommen wurden. Trotzdem gibt man in solchen Fällen gern dem Bildschirm die Schuld dafür, dass man nun eine Brille tragen muss. Vielfach sind es auch psychologische Schwierigkeiten, die viele Beschäftigte mit den neuen Arbeitsformen und -inhalten haben (neue Computersysteme und -programme, Kommunikationsarten, Netzwerke, Informationsdienste usw.). Hinzu kommt als weiterer Belastungsfaktor die heutige angespannte Arbeitsplatzsituation, die gern mit der Umgestaltung der Arbeitswelt in Zusammenhang gebracht wird.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Arbeit am Bildschirm zu einer mehr oder weniger starken Belastung der Augen sowie zu körperlichen Zwangshaltungen führen kann und dass diese Arbeit eine grosse Aufnahme- und Konzentrationsfähigkeit erfordert.

Wie diesen Problemen zu begegnen ist und wie die daraus resultierenden Beschwerden verhindert werden können, das aufzuzeigen ist das Ziel der vorliegenden Broschüre.

1.5 Die Sonderbehandlung des Bildschirmarbeitsplatzes

Mit Recht kann man sich fragen, warum dem Bildschirmarbeitsplatz und den daran Beschäftigten im internationalen Vergleich eine Sonderstellung zukommt, die sich z. B. in den Forderungen der gewerkschaftlichen Berufsorganisationen manifestiert oder in den vielfältigen gesetzlichen Regelungen: für keinen anderen Arbeitsbereich gibt es ähnlich viele Empfehlungen und Vorschriften zu beachten wie für den Bildschirmarbeitsplatz. Dies obwohl auch viele andere Arbeitsplätze mit körperlichen Belastungen verbunden sind. Zu denken ist beispielsweise an Arbeiten bei Kunstlicht in Foto- und Reproateliers, an Goldschmiede und Uhrmacher, an Elektronikmonteure oder generell an Produktionsarbeitsplätze mit körperlich einseitiger Beanspruchung. Zwar sind diese Arbeitsbereiche nicht sehr stark verbreitet, was aber noch keine ausreichende Erklärung für das Fehlen von vergleichbaren Regelungen ist.

Der Grund für den hohen Regelungsbedarf liegt wohl in den Anfängen der neuen Bürotechnik, die gekennzeichnet waren von unzumutbaren Arbeitsplätzen mit direktem Licht, Blendungen, ungeeigneter Möblierung, schlechter Bildschirmtechnik usw. Mittlerweile wurden in diesen Bereichen so grosse Fortschritte erzielt, dass diese Probleme mehrheitlich als gelöst gelten können.

207'575



Bild 7
Bildschirmarbeitsplatz aus den frühen 70er Jahren.

2 Allgemeine Grundlagen

2.1 Allgemeines

Die Bildschirmarbeit belastet, wie zahlreiche andere berufliche Tätigkeiten auch, den menschlichen Sehapparat. Da die Lichttechnik dabei eine grosse Rolle spielt, werden im folgenden neben einigen allgemeinen Bemerkungen über die Ergonomie zuerst die wichtigsten lichttechnischen Begriffe erläutert. Dann werden die visuellen Funktionen (die das Sehen betreffenden Zusammenhänge) beschrieben.

2.2 Ergonomie

Im Zusammenhang mit Bildschirmarbeitsplätzen wird viel von Ergonomie gesprochen. Diese Wissenschaft beschäftigt sich mit der Anpassung der Arbeitsbedingungen an die menschlichen Bedürfnisse und Eigenschaften. Durch die Anwendung ergonomischer Prinzipien wird das Wohlbefinden bei der Arbeit gefördert und die Gesundheit geschützt, zugleich ergibt sich eine Verbesserung der Arbeitsqualität und der -produktivität.

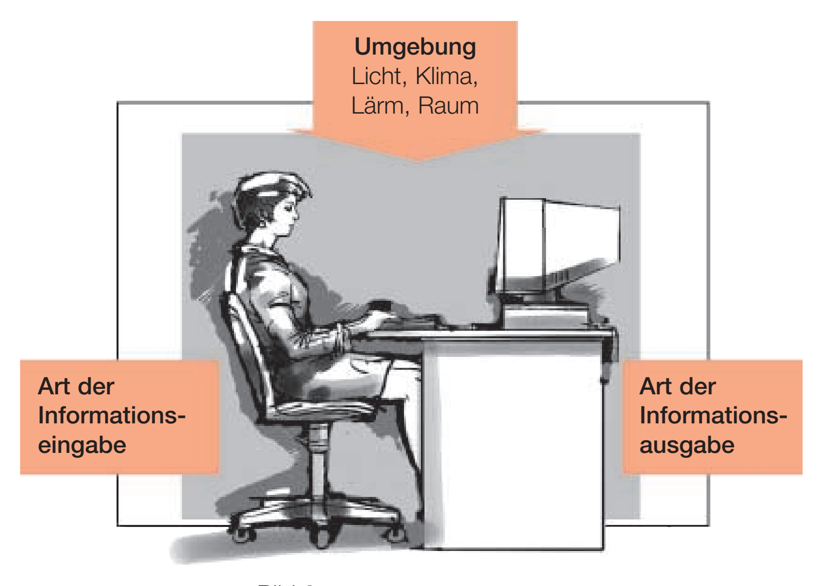


Bild 8
Gesamtsystem der Bildschirmarbeit.



Bild 9
Bildschirmarbeitsplatz.

An Bildschirmarbeitsplätzen gilt es, möglichst viele Systemelemente in Abhängigkeit voneinander so zu gestalten, dass einerseits reibungslos, fehlerfrei und wirtschaftlich gearbeitet werden kann und andererseits der Mensch möglichst weder über- noch unterfordert wird. Das Gesamtsystem Bildschirmarbeitsplatz ist in Bild 8 dargestellt.

2.3 Grundbegriffe der Lichttechnik

2.3.1 Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke ist das Mass für die Intensität des auf einer Fläche auftreffenden Lichts; sie wird in Lux (lx) gemessen. Dabei spielt nicht nur der von einer Lichtquelle direkt auf eine Fläche auftreffende Lichtanteil eine Rolle, sondern auch die von Gegenständen oder Raumbegrenzungsflächen reflektierten Lichtanteile (Bild 10). Die Beleuchtungsstärke kann mit einem Luxmeter gemessen werden.

In der Praxis wird zur Formulierung der Anforderungen an die Beleuchtung die «Nennbeleuchtungsstärke» herangezogen. Dabei wird üblicherweise ein Minimalwert und, im Falle von Bildschirmarbeitsplätzen, auch ein Maximalwert angegeben. Die Beleuchtungsstärke ist keine Kenngrösse für den Helligkeitseindruck, den ein Objekt oder ein Raum vermittelt, denn die Beleuchtungsstärke bewertet nur auftreffendes Licht, nicht aber den Lichtstrom, der ins Auge reflektiert wird.

Tabelle 1 vermittelt eine Übersicht über einige Beleuchtungsstärken (auf waagrechten Flächen):

Sonniger Sommertag im Freien	60'000-100'000 lx
Trüber Wintertag im Freien	3'000 lx
Vollmondnacht	0,25 lx
Neumondnacht (Sternenlicht)	0,01 lx
Empfohlene Bürobeleuchtung	500 lx

Tabelle 1
Beleuchtungsstärke auf waagrechten Flächen.

Bild 10
Beleuchtungsstärke.
L Lichtquelle
A Beleuchtete Fläche
direkter Lichtanteil
reflektierter Lichtanteil

2.3.2 Leuchtdichte

Die Leuchtdichte ist massgebend für den Helligkeitseindruck, den eine leuchtende oder beleuchtete Fläche vermittelt. Sie ist die einzige «sichtbare» lichttechnische Grösse. Die Wirkung einer Beleuchtungsanlage kann nur mit der Leuchtdichte aller Flächen, die sich im Gesichtsfeld der arbeitenden Person befinden, beurteilt werden. Die Einheit der Leuchtdichte wird in Candela pro Quadratmeter (cd/m^2) angegeben. Die Leuchtdichte kann mit einem Leuchtdichte-Photometer gemessen werden.

Tabelle 2 vermittelt Anhaltspunkte für die Leuchtdichte einiger Lichtquellen.

Glühlampe 100 Watt, opal	100'000 cd/m^2
Leuchtstofflampe, je nach Lichtfarbe und Durchmesser	3'000-16'000 cd/m^2
Halogenglühlampe	2'200'000 cd/m^2
Halogenmetalldampflampe	10'000-80'000 000 cd/m^2
Natriumdampf-Hochdrucklampen	40'000-6'000'000 cd/m^2
Fensteröffnung, mittags, leicht bewölkt	5'000-50'000 cd/m^2
Fensteröffnung, mittags, dichte Wolkendecke	1'000-3'000 cd/m^2
Sonne, mittags, klares Wetter	1'650'000'000 cd/m^2
Blauer Himmel, mittags, klares Wetter	3'500 cd/m^2
Trüber Wintertag	800-2'400 cd/m^2
Papier im Büro	80-130 cd/m^2
Heller Bildschirm	120 cd/m^2

Tabelle 2
Beispiele verschiedener Leuchtdichten.

2.3.3 Blendung

Bei der Beleuchtung von Innenräumen können zwei Arten der Blendung auftreten: physiologische und psychologische Blendung.

Physiologische Blendung ist eine Störung des Sehvermögens durch Streulicht im Auge (Bild 11).

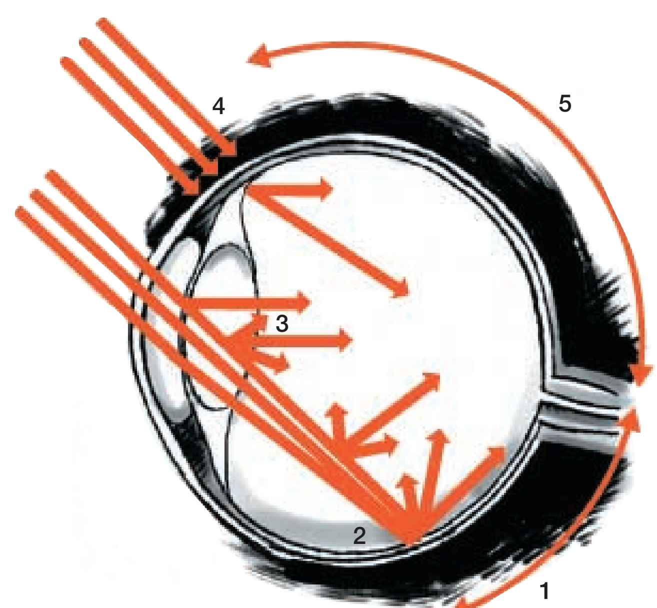


Bild 11
Physikalische Ursache und physiologische Wirkung einer Blendung: Streulicht in der Linse und im Glaskörper (3) setzt den Sehkontrast herab. Blendlicht, das auf einen Teil der Netzhaut (2) fällt, vermindert die Empfindlichkeit in einem weiteren Umkreis der Netzhaut (1). Eine ähnliche Wirkung hat Licht, das auf die Lederhaut (4) auftritt (5).

Von psychologischer Blendung spricht man, wenn das Licht ein unangenehmes Gefühl erzeugt, ohne dass dabei die Sehfunktionen beeinträchtigt sein müssen. Dadurch können das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit vermindert werden.

Bei künstlicher Beleuchtung in Innenräumen tritt die psychologische Blendung meist vor der physiologischen auf (bei Tageslicht kann das anders sein).

Der Grad der psychologischen Blendung hängt vorwiegend ab von

- der Leuchtdichte der Lichtquellen bzw. Leuchten,
- der Zahl und Grösse der im Blickfeld befindlichen leuchtenden Flächen,
- der Anordnung der Leuchten im Blickfeld,
- der Leuchtdichte der Umgebung im Gesichtsfeld.

Die Blendwirkung vermindert sich, sobald sich das Auge an ein höheres Helligkeitsniveau angepasst hat, je weiter die Blendquelle ausserhalb der Blickrichtung liegt, je weiter sie entfernt ist und je geringer ihre Leuchtdichte ist.

2.3.4 Reflexionsgrad

Der Reflexionsgrad ist ein Mass für den Anteil des auftreffenden Lichtes, der von einer Fläche reflektiert wird. Die Reflexion kann gerichtet, gestreut oder gemischt sein (Bild 12).

Gerichtete Reflexion wird auch als Spiegelung bezeichnet, wobei Ein- und Ausfallwinkel des Lichtes gleich sind. Bei vollkommen gestreu-

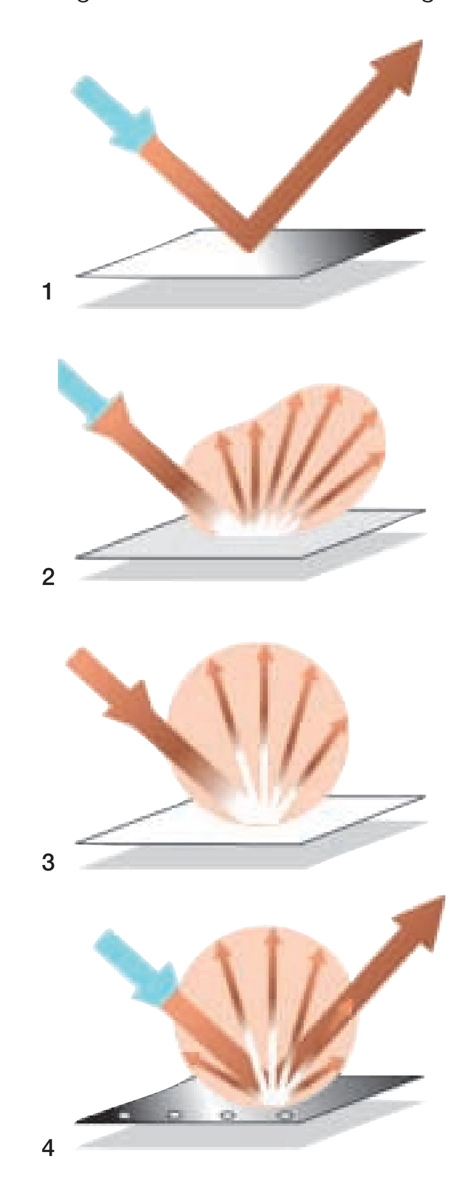


Bild 12
Verschiedene Reflexionsarten.
1 gerichtet (Spiegel)
2 unvollkommen gestreut (Seidenglanz)
3 vollkommen gestreut (Schreibmaschinenpapier)
4 gemischt (Papier hinter Klarsichtfolie, Bildschirm)

ter Reflexion erscheint die reflektierende Fläche matt. Unvollkommen streuende Oberflächen zeigen bei gerichtetem Licht unter bestimmten Blickwinkeln Glanz. Bei gemischt reflektierenden Materialien können sich der matten Oberfläche deutliche Spiegelbilder überlagern.

Der Wirkungsgrad einer Beleuchtungsanlage hängt wesentlich vom Reflexionsgrad der Decke, der Wände, des Bodens sowie der Möbel und der Fensterfläche (Vorhänge sind mit zu berücksichtigen) ab, wobei verschiedene Farben oder Materialien durchaus gleiche Reflexionsgrade haben können (Tabelle 3). Je heller eine Fläche bei gleicher Beleuchtungsstärke erscheint, desto grösser ist der Reflexionsgrad.

2.3.5 Kontrast

Für die Unterscheidung von Objekten ist der relative Leuchtdichte- oder Farbunterschied zwischen dem beobachteten Objekt und seiner unmittelbaren Umgebung ausschlaggebend. Der Kontrast ist neben der Leuchtdichte die wesentliche Grösse für die visuelle Wahrnehmung. Im subjektiven Sinne ist der Kontrast die Bewertung des Unterschiedes im Aussehen von zwei Teilen eines Gesichtsfeldes, die gleichzeitig oder nacheinander betrachtet werden. Um den Kontrast zu beurteilen, setzt man die Leuchtdichte des Hintergrundes ins Verhältnis zur Leuchtdichte des Objektes (oder Vordergrundes).

Die Kontrastverhältnisse auf dem Bildschirm sowie am Bildschirmarbeitsplatz werden in Kapitel 3.1.7.2 (Zeichenkontrast) und 4.1.1.4 (Leuchtdichteverteilung am Arbeitsplatz) eingehend behandelt.

Farbanstrich	Reflexionsgrad	Baustoff	Reflexionsgrad
weiss	0,75-0,85	Aluminium, eloxiert, matt	0,75-0,84
mittelgrau	0,25-0,35	Lack, reinweiss	0,80-0,85
hellblau	0,40-0,50	Papier, weiss	0,70-0,80
dunkelblau	0,15-0,20	Eiche, dunkel, poliert	0,10-0,15
hellgrün	0,45-0,55	Holzfaserplatte	0,50-0,60
dunkelgrün	0,15-0,20	Gipsverputz	ca. 0,80
hellgelb	0,60-0,70	Zement, Beton, roh	0,20-0,30
braun	0,20-0,30	Fensterglas	0,06-0,08
dunkelrot	0,15-0,20	Vorhang, engmaschig, hell	0,65-0,70
schwarz	ca. 0,10	Vorhang, weitmaschig, hell	0,35-0,40

Tabelle 3
Reflexionsgrade von Farbanstrichen und Materialien, gültig für senkrecht einfallendes Licht.

2.4 Visuelle Wahrnehmung

2.4.1 Sehschärfe

Die Sehschärfe ist die Fähigkeit, eng benachbarte kleinste Sehobjekte getrennt wahrnehmen zu können. Sie wird ausgedrückt als Reziprokwert desjenigen kleinsten Winkels (in Bogenminuten), unter dem das Auge zwei Punkte oder parallele Linien noch getrennt wahrnehmen kann (Bild 13). Die Masseinheit für die Sehschärfe ist die Dioptrie, abgekürzt dpt.

Üblicherweise wird die Sehschärfe mit Hilfe von Sehtafeln gemessen. Die Sehschärfe beträgt 1, wenn ein Sehzeichen festgelegter Grösse gerade noch erkannt wird (entsprechend einem Sehwinkel von 1 Bogenminute).

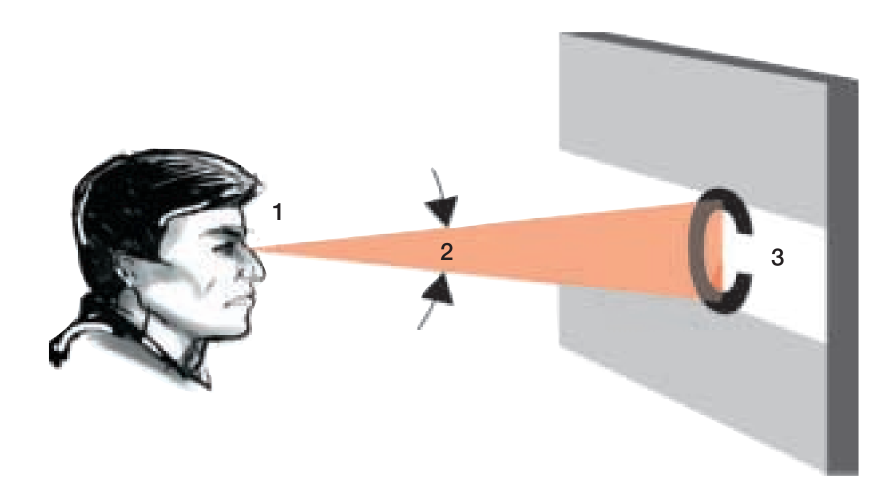


Bild 13 ▶
Bestimmung der Sehschärfe.
1 Auge
2 Sehwinkel
3 parallele Linien, Sehzeichen «C»

Kann ein kleineres Sehzeichen erkannt werden, ist die Sehschärfe grösser; muss das Testzeichen grösser sein, ist sie geringer. Die Sehschärfe wird von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst.

Die wichtigsten sind:

Abnahme der Sehschärfe bzw. der Sehleistung mit dem Alter
Die Sehschärfe nimmt mit zunehmendem Alter ab (Bild 15). Gleichzeitig nimmt der Lichtbedarf zu, d.h., je älter man wird, desto mehr Licht ist für die Erfüllung einer bestimmten Sehaufgabe erforderlich (Bild 14).

Leuchtdichte
Mit zunehmender Leuchtdichte nimmt die Sehschärfe zu (Bild 16).

Kontrast
Die Sehschärfe steigt mit dem Kontrast (Bild 17).

Lichtfarbe
Die Sehschärfe ist bei blauem Licht reduziert; eine bessere Sehschärfe erreicht man mit gelbem oder weissem Licht.

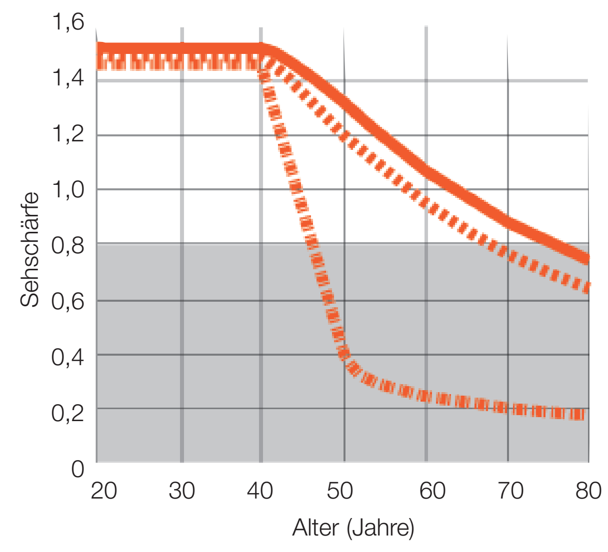


Bild 15
Abnahme der Sehschärfe mit dem Alter. Das Nahsehen wird ohne Altersbrille vom 45. Lebensjahr an zunehmend schlechter. Mit einer Sehschärfe unter 0,8 (grauer Bereich) ist das Sehen erschwert.
Fernsehen
Nahsehen mit Altersbrille
Nahsehen ohne Altersbrille

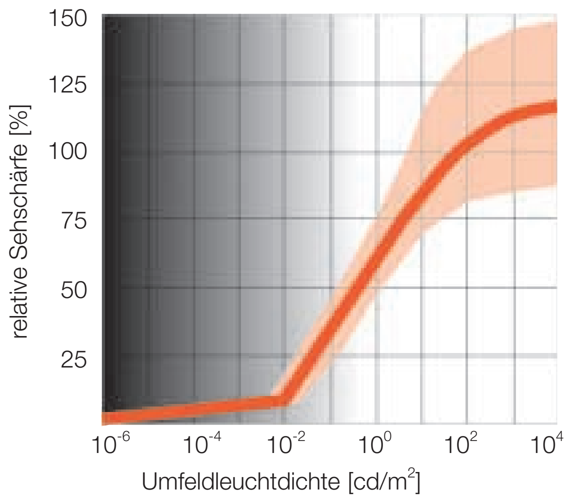


Bild 16
Zunahme der Sehschärfe bei höherer Leuchtdichte.

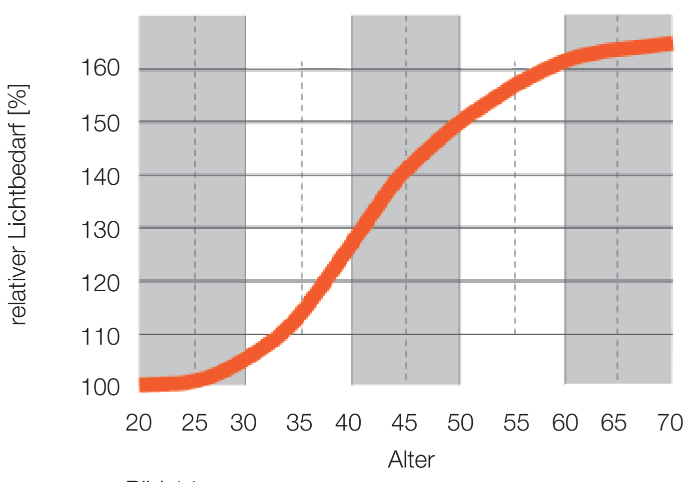


Bild 14
Relativer Lichtbedarf in Abhängigkeit vom Alter.

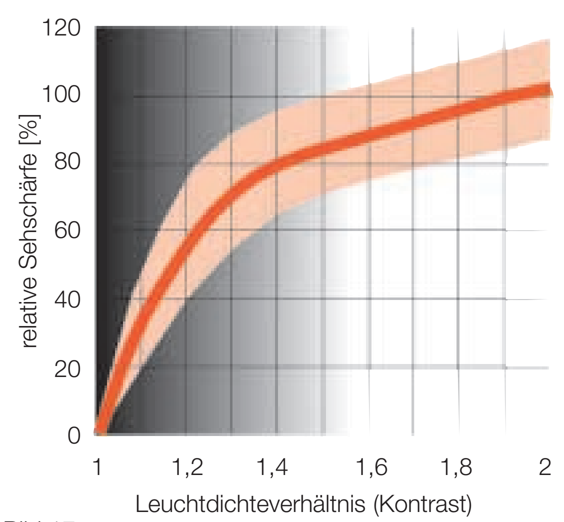


Bild 17
Zunahme der Sehschärfe bei stärkerem Kontrast (Kontrast: Verhältnis der Leuchtdichte des Hintergrundes zur Leuchtdichte des Objektes).

2.4.2 Unterschiedsempfindlichkeit

Die Unterschiedsempfindlichkeit ist ein Mass für die Fähigkeit, Leuchtdichteunterschiede zwischen benachbarten Flächen wahrzunehmen. Sie hängt ab von

- der Grösse der Flächen,
- der Leuchtdichte,
- der Beobachtungsdauer.

Je höher z.B. die Leuchtdichte ist, desto weniger Zeichenkontrast ist nötig, um eine bestimmte Erkennungsleistung zu ermöglichen.

Während Sehobjekte durch hohe Kontraste am besten sichtbar gemacht werden, dürfen die Flächen des näheren und weiteren Umfeldes keine zu grossen Helligkeitsunterschiede aufweisen (Bild 18).

2.4.3 Akkommodation

Unter Akkommodation versteht man die Fähigkeit des Auges, ein Objekt, das sich in einer bestimmten Entfernung befindet, scharf zu fokussieren. Dies wird durch Zu- oder Abnahme des Krümmungsradius der Augenlinse bewerkstelligt. Die Elastizität dieser Linse lässt im Laufe des Lebens nach, womit die Akkommodationsbreite kleiner wird (Bilder 19, 20). Die Akkommodationsbreite gibt an, in welchem Bereich zwischen nah und fern scharf gesehen werden kann.

Die Akkommodationsgeschwindigkeit nimmt mit dem Alter ebenfalls schnell ab. Die Verlängerung der Akkommodationszeit ist im Zusammenhang mit der Arbeit an Bildschirmen besonders wichtig. Beim Blick auf den Beleg, die Tastatur oder den Bildschirm ändert der Betrachtungsabstand häufig und schnell (oft in weniger als 0,5 Sekunden).

Mit abnehmender Beleuchtungsstärke nehmen bei intaktem Binokularsehen ab:

- die Akkommodationsbreite,
- die Akkommodationsgeschwindigkeit,
- die Präzision der Akkommodation.

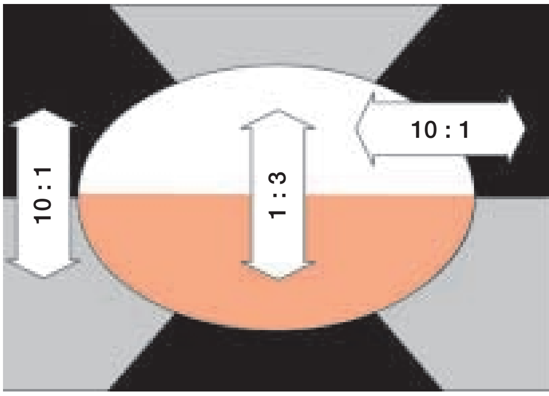


Bild 18
Faustregel für die maximalen Helligkeitskontraste zwischen den Flächen im Gesichtsfeld (näheres und weiteres Umfeld).

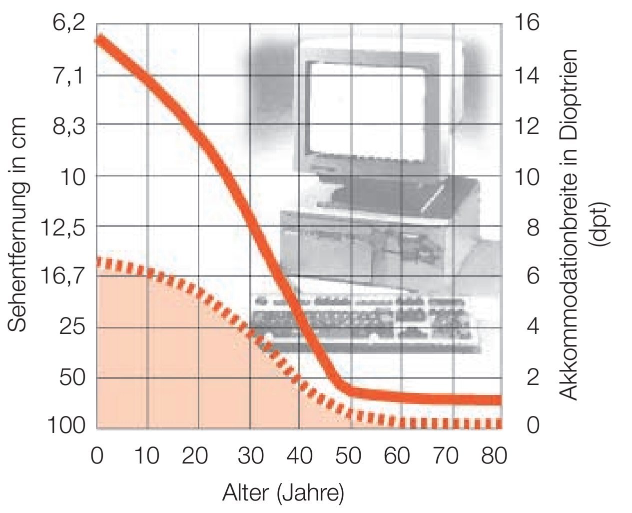


Bild 19
Akkommodationsbreite (in cm und dpt) des Auges in Abhängigkeit vom Lebensalter (Bereich, den man scharf sieht: vom nächstgelegenen Punkt bis unendlich).
am Arbeitsplatz ohne dauernde Überlastung des Auges verfügbar (Faustregel)
theoretische Werte

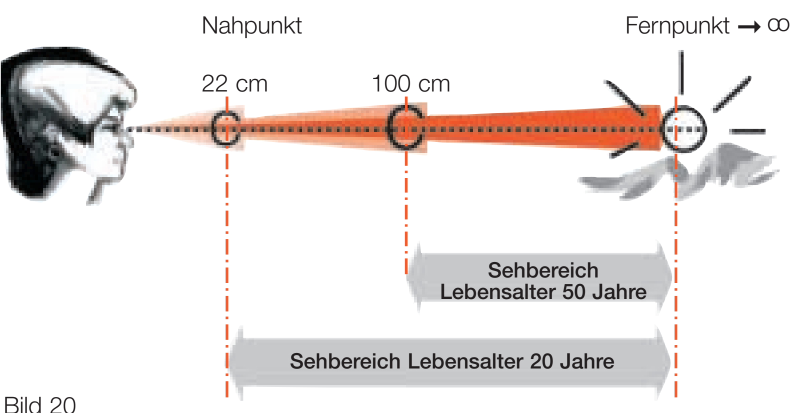


Bild 20
Bereich des Scharfsehens (ohne Korrektur) im Lebensalter von 20 und 50 Jahren.

Die Akkommodation kann besonders durch Glanz und Spiegelungen empfindlich gestört werden. Akkommodationsprobleme sind eine häufige Ursache für Sehbeschwerden, Unbehaglichkeit und vorzeitige Ermüdung bei Bürotätigkeiten mit und ohne Bildschirm.

2.4.4 Adaptation

Die Anpassung des Auges an die Leuchtdichten im Gesichtsfeld geschieht durch photochemische und physiologische Anpassung der Netzhaut und eine Änderung der Pupillenöffnung. Dabei hat das Auge die Fähigkeit, sich einem Leuchtdichtebereich von etwa 10^{-6} cd/m^2 bis 10^5 cd/m^2 anzupassen. Diese Fähigkeit wird Adaptation genannt und beeinflusst in starkem Masse sämtliche Sehfunktionen. Die Adaptation ermöglicht nahezu konstante Sehleistungen im Bereich von 100 cd/m^2 bis 10 000 cd/m^2.

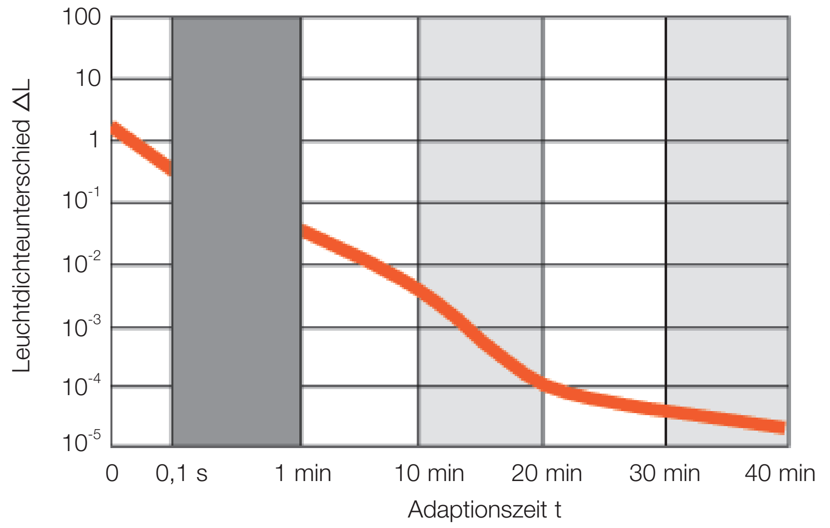


Bild 21
Dunkeladaptation: Verlauf des kritischen Leuchtdichteunterschiedes ΔL während der Adaptationszeit t.

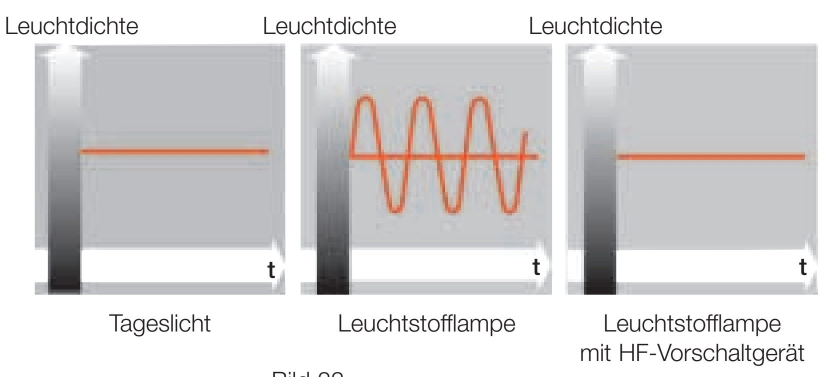


Bild 22
Schwankungen der Leuchtdichte in Funktion der Zeit (Oszillationsgrad) verschiedener Lichtquellen.

Der zeitliche Verlauf der Adaptation hängt wesentlich ab von der Leuchtdichte am Anfang und am Ende der Adaptation. Eine Änderung von hell auf dunkel wird als Dunkeladaptation bezeichnet, im umgekehrten Fall spricht man von Helladaptation.

Bild 21 zeigt schematisch den Verlauf einer Dunkeladaptation mit einem Ausgangswert von 100 cd/m^2. Dabei ist bemerkenswert, dass die Anpassung bei Leuchtdichteunterschieden bis etwa 10:1 fast schlagartig erfolgt, das Sehvermögen also ununterbrochen erhalten bleibt. Deshalb soll dieser Wert im eigentlichen Arbeitsbereich mit seinen häufigen Blickwechseln nicht überschritten werden. Es kann 30 bis 60 Minuten dauern, bis sich das Auge völlig an die Dunkelheit angepasst hat. Bei der Helladaptation wird die Empfindlichkeit der Netzhaut fast schlagartig auf den fünften Teil ihres Ausgangswertes herabgesetzt und passt sich dann während einer zweiten Phase den neuen Bedingungen an. Dieser Vorgang ist bereits nach wenigen Minuten abgeschlossen.

2.4.5 Flimmern

Änderungen der Leuchtdichte von Lichtquellen in kurzen Perioden werden vom Auge als Flimmern wahrgenommen. Im Bereich bis etwa 3 Hz haben Helligkeitsänderungen einen hohen Auffälligkeitswert (Warnsignale), der mit steigender Frequenz in eine unerträgliche Belästigung übergeht. Die maximale Störwirkung dieses Flimmerns liegt etwa zwischen 6 und 10 Hz. Ab etwa 20 Hz lässt die Belästigung deutlich nach, das Wechsellicht wird jedoch noch als mehr oder weniger störendes Flimmern empfunden, bis es schliesslich oberhalb 50-60 Hz (Flimmerverschmelzungsfrequenz) in einen konstanten Lichteindruck übergeht.

Einen Sonderfall des Flimmerns stellt das sogenannte Bewegungsflimmern (stroboskopischer Effekt) dar. Das alternierende Licht der Leuchtstofflampen beispielsweise (Frequenz 100 Hz) kann an bewegten Gegenständen (blanken Maschinenteilen oder Werkzeugen) dieses Bewegungsflimmern erzeugen. Je nach Art der Lichtquelle schwankt die Leuchtdichte mehr oder weniger in Funktion der Zeit (Oszillationsgrad, Bild 22).

Die Flimmerverschmelzungsfrequenz wird von fünf Grössen beeinflusst:

Leuchtdichte
Bei gleichem Oszillationsgrad steigt die Flimmerverschmelzungsfrequenz mit zunehmender Leuchtdichte (Bild 23). Bei einer kleineren Leuchtdichte ist also das Flimmern weniger stark wahrnehmbar.

Oszillationsgrad
Mit steigendem Oszillationsgrad nimmt auch die Flimmerverschmelzungsfrequenz zu.

Grösse des flimmernden Feldes
Grosse leuchtende Flächen (z.B. helle Bildschirme mit dunklen Zeichen: Positivdarstellung) ergeben höhere Flimmerverschmelzungsfrequenzen als kleine (z.B. helle Zeichen auf dunklem Grund: Negativdarstellung). Das Flimmern wird also stärker wahrgenommen.

Lage des flimmernden Feldes im Gesichtsfeld
Im seitlichen Bereich des Gesichtsfeldes ist die Flimmerverschmelzungsfrequenz höher als im Zentrum und kann im Extremfall (vor allem bei jüngeren Leuten) 100 bis 110 Hz betragen. In solchen Fällen ist die Oszillation des Bildes eindeutig sichtbar. Dies erklärt auch, warum bei direkter Betrachtung des Bildschirms ein Flimmern nicht feststellbar ist, wohl aber, wenn man am Gerät vorbeischaut.

Individuelle Empfindlichkeit

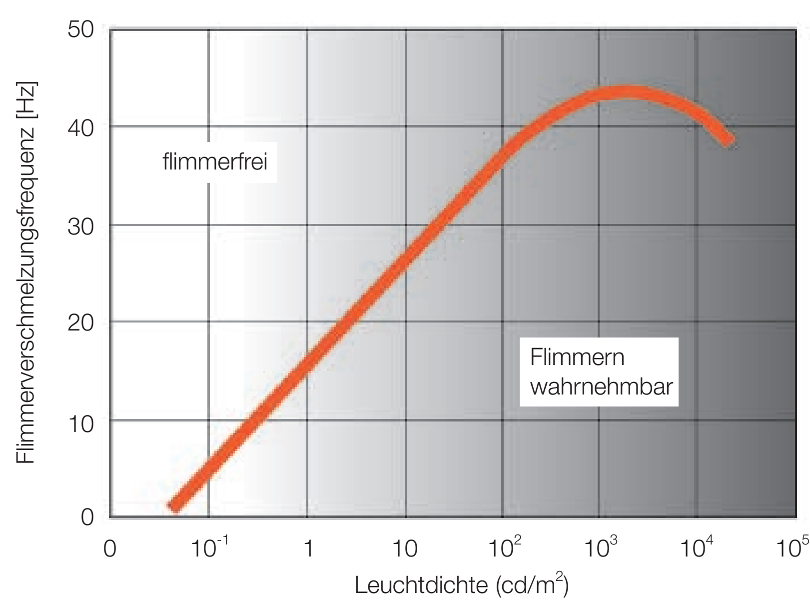


Bild 23
Zunahme der Flimmerverschmelzungsfrequenz mit der Leuchtdichte.

2.4.6 Augenbewegungen

Als Wahrnehmungsgeschwindigkeit wird der Zeitraum bezeichnet, der zwischen der Darbietung eines Objektes und der visuellen Wahrnehmung verstreicht. Die Wahrnehmungsgeschwindigkeit ist um so grösser, je höher das mittlere Leuchtdichteniveau ist und je ausgeprägter die Leuchtdichteunterschiede zwischen Objekt und Umgebung sind.

Für das Lesen von Texten ist die Wahrnehmungsgeschwindigkeit von Bedeutung. Das Auge macht beim Lesen «Sprünge», wobei der Blick nach jedem Sprung mehrere Buchstaben bis ein oder zwei Wörter umfasst und fixiert. Zur optimalen Erfüllung einer Sehaufgabe darf sich das Bild nicht bewegen, und es darf auch nicht zittern. Dem Auge müssen markante Zielpunkte gegeben werden, da der suchende Finger keine geeignete Fixierhilfe darstellt.

3 Elemente des Bildschirmarbeitsplatzes und Anforderungen

3.1 Bildschirmgerät

3.1.1 Aufbau, Funktion

Das Bildschirmgerät setzt sich zusammen aus einer Kathodenstrahlröhre (CRT: Cathode Ray Tube) und einer Reihe weiterer elektronischer Teile und Schaltungen sowie aus dem Gehäuse (Bilder 24, 25). Die Anzeige auf dem Bildschirm wird sichtbar, wenn durch Auftreffen des unter Hochspannung erzeugten und entsprechend gesteuerten Elektronenstrahls auf dem Bildschirmphosphor an bestimmten punktförmigen Bildschirmstellen Fluoreszenzlicht entsteht. Detailkenntnissen über den Aufbau der Bildschirmapparate kommt bei ihrer arbeitshygienischen Beurteilung nur geringe Bedeutung zu. Zu beachten sind in erster Linie die wesentlichen Eigenschaften des Bildschirms und die Zeichendarstellung.

206'003

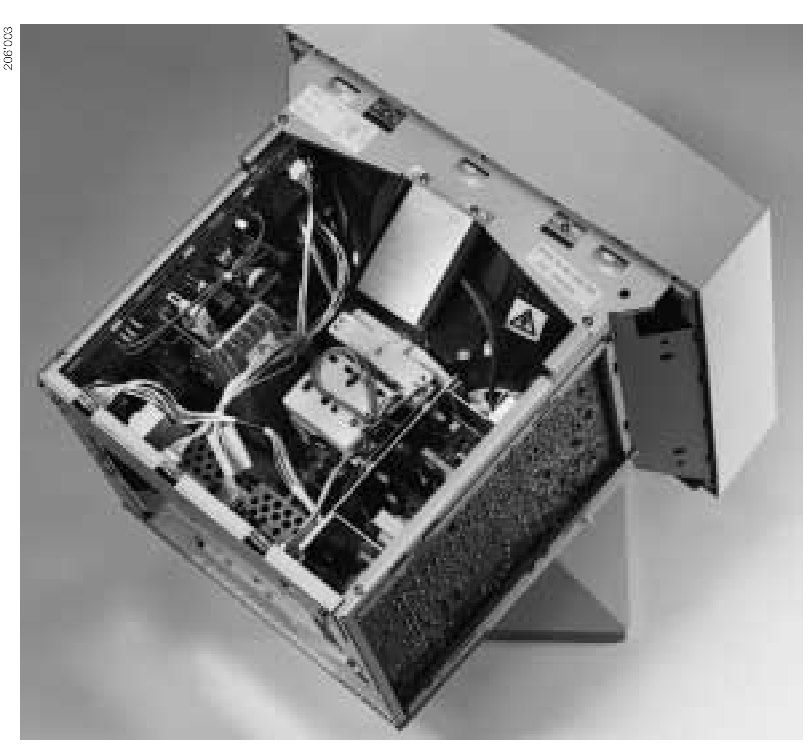


Bild 24
Das Innere des Bildschirmgeräts.

207'577

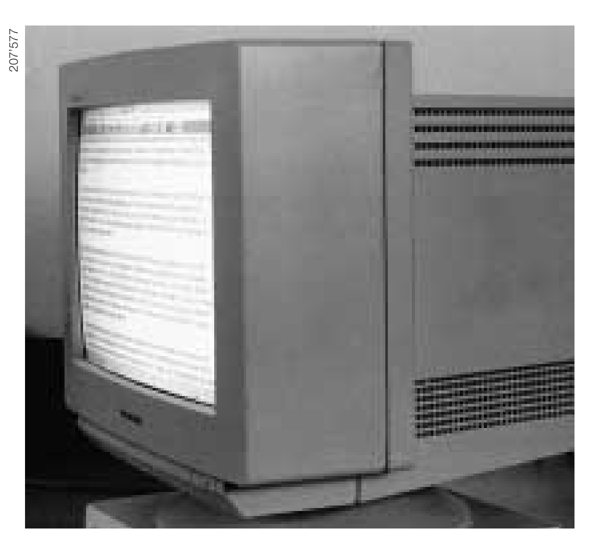


Bild 25
Bildschirmgerät als Teil des PCs.

3.1.2 Bildschirmgrösse

Der Bildschirm soll eine im Hinblick auf die Arbeitsaufgaben zweckmässige Grösse haben. Als Minimum ist jene Grösse anzusehen, bei der die im gegebenen Aufgabenbereich gleichzeitig zu betrachtende Information noch mit genügend grossen Zeichen und Zwischenräumen, d.h. gut lesbar, dargestellt werden kann. Der Bildschirm darf aber auch nicht zu gross sein, da für das beschwerdefreie Arbeiten die ganze Bildschirmoberfläche mit einem Blick erfassbar sein soll (das gilt natürlich nicht für spezielle Anwendungen wie CAD).

Es ist nicht sinnvoll, eine feste Bildschirmgrösse zu empfehlen. In den meisten Fällen wird man mit einem 15-Zoll-Bildschirm befriedigende Verhältnisse schaffen, insbesondere dann, wenn primär Textverarbeitungsprogramme eingesetzt werden. Beim Arbeiten mit Graphikprogrammen sowie CAD sind grössere Bildschirme angezeigt (bis 21 Zoll). Wichtig ist in jedem Fall, dass die zur Verfügung stehende Bildschirmfläche möglichst vollständig ausgenützt wird (keine breiten

schwarzen Randzonen). Sie soll auch nicht durch selten benötigte Bildelemente (z. B. Icons) eingeschränkt werden.

Es ist zu beachten, dass grössere Bildschirme auch grössere Sehabstände und somit grössere Tischtiefen bedingen. Der Trend, an bestehenden Arbeitsplätzen die 15-Zoll- durch 17-Zoll-Bildschirme zu ersetzen, schafft teilweise grosse Probleme, weil die erforderliche Tischtiefe nicht zur Verfügung steht. Eine solche Umstellung führt häufig dazu, dass der empfohlene Mindestabstand zum Betrachter deutlich unterschritten wird (Kap. 4.2.2).

3.1.3 Bildschirmkrümmung

Eine nur schwach gekrümmte Bildschirmfläche (grosser Krümmungsradius) ist vorteilhaft, weil darauf weniger Lichtreflexe aus der Umgebung auftreten als auf einer stark gekrümmten Bildschirmfläche. Geräte mit schwach gekrümmten Bildschirmflächen können also leichter reflexfrei plaziert werden.

Aufgrund der Krümmung der Bildschirmröhre stellen einige Monitore gerade Linien, insbesondere in den Randbereichen, oft mit leichten Krümmungen dar. Diesen Effekt kann man mit einem guten Bildschirm durch entsprechende Einstellungen vermeiden.

3.1.4 Bildschirmbeweglichkeit

Der Bildschirm soll neig- und drehbar sowie horizontal und vertikal verschiebbar sein, damit er optimal auf die Bedürfnisse des Benützers und die Gegebenheiten des Arbeitsplatzes positioniert werden kann (vgl. Kap. 4).

3.1.5 Bildschirmgehäuse

Um zu starke Kontraste zu vermeiden, darf das Bildschirmgehäuse keinen hohen Reflexionsgrad aufweisen, d. h. nicht glänzen und nicht zu hell sein. Schockfarben (gelb, hellgrün, rosa) können zwar die Bürolandschaft optisch bereichern, sind aber eher ungeeignet. Zu empfehlen sind matte Gehäuseoberflächen mit Flächenhelligkeiten, die ungefähr in der Mitte zwischen Bildschirmhintergrund und Vorlage liegen.

3.1.6 Besondere Behandlung der Bildschirmoberfläche, Filter

Die heute zum Kauf angebotenen Bildschirme weisen meist bereits eine Oberfläche auf, die störende Reflexionen reduziert. So ist es nur noch in Ausnahmefällen notwendig, zusätzliche Massnahmen zur Entspiegelung zu treffen. In der Praxis wird die Bildschirmoberfläche meist mit den beiden folgenden Techniken behandelt:

Aufrauhen
Aufgerauhte Bildschirmoberflächen überführen die gerichtete Reflexion in eine teilweise ungerichtete, verschlechtern aber zugleich ein wenig die Trennschärfe der Zeichen. Fingerabdrücke setzen die Wirksamkeit dieser Entspiegelungsart herab.

Beschichten
Besondere Beschichtungen der Bildschirmoberfläche können die unerwünschten Spiegelungseffekte einigermassen verringern, sind aber sehr empfindlich auf Fingerabdrücke.

Lassen sich störende Spiegelungen auf der Bildschirmoberfläche nicht durch Umplazieren des Bildschirms, durch Ändern der Aufstellhöhe und Neigung oder durch Verdunkelung hell leuchtender Fensterflächen (Storen, Vorhänge) beseitigen, dann können spezielle Filter Abhilfe schaffen. Allerdings ist die Wirksamkeit der auf dem Markt angebotenen Produkte sehr unterschiedlich. Es lohnt sich, vor dem Kauf eines Filters verschiedene Produkte zu testen.

Die Montage eines Filters an einen Bildschirm, der vor einem nicht abgedunkelten Fenster plaziert ist, ergibt keine Verbesserung der Kontrastverhältnisse. In solchen Fällen hilft nur eine Umplazierung des Bildschirms.

Vor dem Kauf eines Bildschirmfilters sollen alle Möglichkeiten für eine optimale Gestaltung des Arbeitsplatzes geprüft werden. Es gibt keine gesundheitsgefährdenden Strahlungen oder sonstigen Einflüsse, die für die Anschaffung eines Filters sprechen. Die in der Werbung verwendeten Schlagworte entsprechen zu einem grossen Teil nicht der Wahrheit und führen zu einer unnötigen Verunsicherung der Bildschirmbenützerinnen und -benützer.

Störende Spiegelungen von Leuchten, Fenstern und hellen Flächen auf der Bildschirmoberfläche lassen sich heute auf verschiedene Weise verhindern. Dabei ist zu bedenken, dass durch Behandlung der Bildschirmoberfläche die Anzeige teilweise verschlechtert wird.

Spiegelungen lassen sich reduzieren durch:

Vorsatzfilter aus Kunststoff
Einfache Vorsatzfilter aus Kunststoff spiegeln an ihrer Oberfläche ebenfalls. Sie sind daher nicht zu empfehlen.

Vorsatzfilter aus Glas
Die mehrschichtigen Glasfilter können, je nach Fabrikat, sehr wirksam Spiegelungen auf dem Bildschirm reduzieren (Bilder 26, 27). Der Lichttransmissionsgrad liegt zwischen 30 und 60 %, was zum Teil eine erhebliche Reduktion der Helligkeit der Bildschirmoberfläche bedeutet. Die Filter müssen regelmässig gereinigt werden und sollen nicht berührt werden, da Fingerabdrücke die Bildwiedergabe beeinträchtigen.

Polarisierungsfilter
Polarisierungsfilter beseitigen die Spiegelung auf dem Bildschirm fast vollständig und spiegeln selbst nur schwach. Man erkennt diese Filter daran, dass sie auf der einen Seite spiegeln, während die dem Betrachter zugewandte Seite entspiegelt ist. Solche Filter sind geeignet, störende Spiegelungen zu reduzieren. Auch diese Filter müssen regelmässig gereinigt werden und sollen nicht berührt werden.

207'578



Bild 26
Leuchtenspiegelung auf einem Bildschirm ohne Vorsatzfilter.

207'579

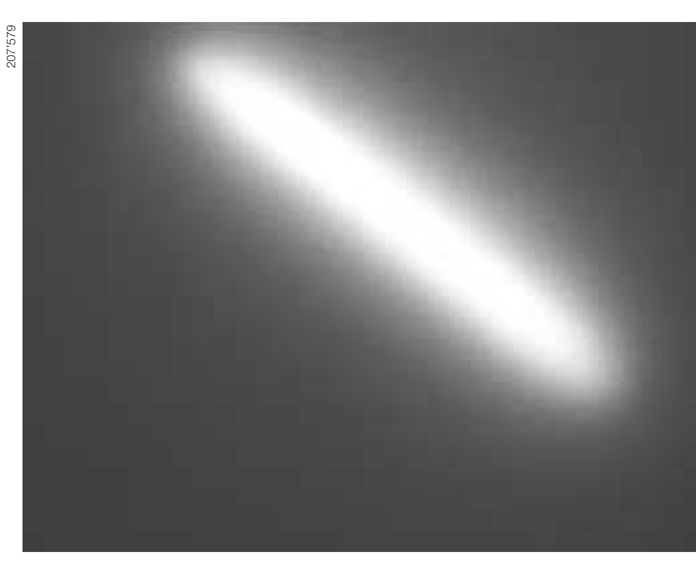


Bild 27
Leuchtenspiegelung auf einem Bildschirm, vor dem ein Vorsatzfilter montiert ist.

Auftragen von Antireflexionssprays
Solche Sprays stellen besondere Anforderungen an die Bildschirmwartung und haben den Nachteil, dass sie nur schwer gleichmässig aufgetragen werden können. Zudem bildet sich nach einiger Zeit ein klebriger Belag, der nur mit Hilfe von speziellen Reinigungsmitteln wieder entfernt werden kann. Solche Sprays sind demzufolge nicht zu empfehlen. Eine Ausnahme stellt die ganzflächige Beschichtung mit einem Spezialbelag dar, der aber nur von einem Spezialisten aufgetragen werden kann.

Montieren von Mikromeshfiltern vor dem Bildschirm
Mikromeshfilter bestehen aus feinem, mattem Textilgewebe oder einem geerdeten Drahtgitter. Sie vermindern den Anteil des Reflexionslichtes, setzen aber zugleich die Leuchtdichte der Zeichen sowie des Hintergrundes herab. Die Leuchtdichte lässt sich zwar mit der elektronischen Steuerung anheben, dabei aber nimmt die Zeichenschärfe ab. Diese Filter sind z. T. sehr staubempfindlich, mit zunehmender Verschmutzung werden die Zeichen unscharf. Blickt der Benutzer nicht genau von vorne auf den Bildschirm (Blickrichtung schräg zur Bildschirmfläche), nimmt die Zeichenschärfe massiv ab. Mikromesh-

filter stellen somit besondere Anforderungen an die Gestaltung des Arbeitsplatzes und sollen nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden.

Spezielle Aufmerksamkeit ist der Lichtdurchlässigkeit der Filter zu schenken (Bild 28), denn je dunkler ein Filter ist, desto heller muss der Bildschirm eingestellt werden (was die Lebensdauer des Gerätes herabsetzt).

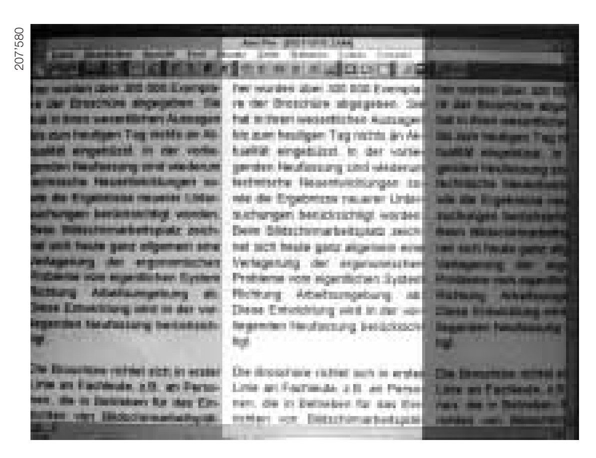


Bild 28
Lichtdurchlässigkeit von Filtern (links ca. 60 %, Mitte ohne Filter, rechts 30 %)

Von grösster Wichtigkeit für die optimale Lesbarkeit der Anzeige ist es, dass die Filter bzw. Bildschirme regelmässig gewartet (entstaubt bzw. gereinigt) werden.

Es sei an dieser Stelle ausdrücklich vermerkt, dass sich Spiegelungen durch ergonomisch richtiges Einrichten und Plazieren des Bildschirms und die Wahl einer guten Beleuchtung am wirksamsten vermeiden lassen. Wichtig ist insbesondere eine optimale Aufstellung des Bildschirms in bezug auf die Fenster (vgl. Kap. 4.1.2)

3.1.7 Bildschirmzeichen (Darstellung der Information)

3.1.7.1 Negativ- und Positivdarstellung der Zeichen

Heute werden immer seltener helle Zeichen auf dunklem Hintergrund dargestellt («negative» Darstellung, Bild 29), weil dies erhebliche Nachteile mit sich bringt: grössere Spiegelungsanfälligkeit des Bildschirms, grössere Belastung der Hell-Dunkel-Adaptation des Sehapparates (wegen der stark unterschiedlichen Leuchtdichten des Bildschirmhintergrundes und der Vorlagen, z.B. eines weissen Papiers) sowie die dabei gewöhnlich erforderliche künstliche Raumbeleuchtung. Deshalb wird heute die «positive» Darstellung (mit dunklen Zeichen, Bild 30) bevorzugt. Dabei besteht die Gefahr, dass das Flimmern des hellen Hintergrundes störend wirkt. Bei einer Bildwiederholungsfrequenz von 72 Hz wird ein solches Bild jedoch allgemein als

.B. an Personen, die in Betrieben für das Einr
ildschirmarbeitsplätzen und für die Auswah
prechenden Arbeitsmittel verantwortlich sinc
UVA ist auch eine Kurzfassung der Publikat
ich (Bestell-Nr. 44034). Die Kurzfassung ist s
ie Bedürfnisse der Benützerinnen und Benü
chnitten.
Für Bildschirmarbeitsplätze gibt es in der Sch
onkreten gesetzlichen Vorschriften. Aus dies
ird in der vorliegenden Publikation eine ga
on Empfehlungen gegeben, die auf in- und
chen Erfahrungen beruhen. In den letzten
ich die Situation zugunsten der Benützerinne

Bild 29
«Negativ»-Darstellung (helle Zeichen, dunkler Hintergrund).

Die Broschüre richtet sich in erster Linie an
z.B. an Personen, die in Betrieben für das Einr
Bildschirmarbeitsplätzen und für die Auswal
sprechenden Arbeitsmittel verantwortlich sinc
SUVA ist auch eine Kurzfassung der Publikat
ich (Bestell-Nr. 44034). Die Kurzfassung ist s
die Bedürfnisse der Benützerinnen und Benü
schnitten.
Für Bildschirmarbeitsplätze gibt es in der Sch
konkreten gesetzlichen Vorschriften. Aus die
wird in der vorliegenden Publikation eine ga
von Empfehlungen gegeben, die auf in- und
schen Erfahrungen beruhen. In den letzten
sich die Situation zugunsten der Benützerinn

Bild 30
«Positiv»-Darstellung (dunkle Zeichen, heller Hintergrund).

flimmerfrei empfunden. Insbesondere bei Anwendungen mit einer graphischen Oberfläche (Windows, OS/2) ist es wichtig, dass diese Mindestfrequenz eingehalten wird. Es ist darauf zu achten, dass diese oder eine allenfalls höhere Frequenz nicht mit der sog. «interlaced»-Technik (zwei verschachtelte Teilbilder) erzeugt wird, da sonst störende Flimmererscheinungen nicht ausgeschlossen werden können. Es gibt auch gute Bildschirme mit hellen Zeichen auf mittelgrauem Hintergrund, bei denen sich kaum Probleme mit der Umfeldleuchtdichte ergeben.

3.1.7.2 Zeichenkontrast, Leuchtdichte der Zeichen und des Hintergrundes

Von besonderer Bedeutung für den Bildschirmbenützer ist der Zeichenkontrast, d.h. das Verhältnis der Leuchtdichte zwischen Zeichen und Zwischenräumen. Das Verhältnis sollte für eine befriedigende Lesbarkeit und eine möglichst geringe Augenermüdung bei der Negativdarstellung etwa 6:1 bis 10:1 betragen. Dieser Wert ergibt sich aus einer bevorzugten Zeichenleuchtdichte von etwa 100 cd/m^2 bei einer Resthelligkeit von weniger als 10-15 %.

Der Bildschirmhintergrund soll nicht zu dunkel sein. Bei sehr dunklem Hintergrund wird die Hell-Dunkel-Adaptation des Auges allzu stark beansprucht, und es treten zu viele Spiegelungen auf. Die Leuchtdichte der Zeichen soll räumlich gleichmässig und zudem regulierbar sein. Bei ungenügender Trennschärfe der Zeichen – etwa bei älteren Bildschirmgeräten – muss der Zeichenkontrast erhöht werden.

Bei der Positivdarstellung ergeben sich weniger Kontrastprobleme, da die Zeichengrösse und das Schriftbild in den meisten Fällen frei gewählt werden können (Bild 31). Allerdings muss von dieser Möglichkeit bei der praktischen Arbeit auch Gebrauch gemacht werden. Der Hintergrund darf nicht zu hell eingestellt werden, da sonst einerseits der Zeichenkontrast zu gross wird und anderseits die Gefahr von störenden Flimmererscheinungen besteht.



207'583

Bild 31
Verschiedene Kontrast- und Helligkeitseinstellungen an einem Bildschirm.

3.1.7.3 Zeichenfarbe

Die Wahl der Zeichenfarbe ist nur noch bei der Negativdarstellung von Bedeutung. Bei der Positivdarstellung arbeiten praktisch alle Systeme mit schwarzen Zeichen vor einem hellen Hintergrund. Bei der Negativdarstellung haben sich vor allem weisse, grüne, grüngelbe und bernsteingelbe Zeichen bewährt. Ein farbiger Bildschirmhintergrund erhöht die Beanspruchung der Augen.

Ungeeignet sind gesättigte rote und blaue Farbtöne (Grenzbereich des sichtbaren Spektrums), weil diese den Scharfeinstellungsmechanismus des menschlichen Auges (Akkommodation) stärker beanspruchen.

Für bestimmte Aufgaben bietet eine mehrfarbige Informationsdarstellung gewisse Vorteile. Dabei sollten allerdings nicht mehr als 6 Farbtöne zu unterscheiden sein. Die Verwendung verschiedenfarbiger Zeichen erschwert die Beschäftigung von farbfehlsichtigen Personen.

3.1.7.4 Zeichengrösse

Die noch mühelos lesbare Zeichengrösse hängt davon ab, wie weit das betrachtende Auge vom Bildschirm entfernt ist. Als Mass der Zeichengrösse dient daher der Winkel,

unter dem die äussere Begrenzung der Zeichen gesehen wird (Bild 13). Der Sehwinkel, bei dem die Beanspruchung der Augen subjektiv als am geringsten empfunden wird, liegt um 25 (20-30) Bogenminuten. Somit ergibt sich bei einer Sehdistanz von 50 cm eine Zeichenhöhe von wenigstens 2,5 mm. Bei einer Sehdistanz von 60-80 cm muss die minimale Zeichenhöhe 3-4 mm betragen (Bild 32). Diese Forderung wird beispielsweise mit einem 15-Zoll-Bildschirm dann erreicht, wenn eine A4-Seite mit einem Bildschirmrand von je etwa 1 cm mit einer normalen 12-Punkt-Schrift (z. B. Helvetica, Arial, Times Roman) bearbeitet wird.

Die Zeichengrösse lässt sich heute vielfach durch die Wahl der Auflösung der Zeichen innerhalb eines bestimmten Bereichs einstellen. Die Auflösung beträgt z. B. 640 x 480 (VGA), 800 x 600 (SVGA) oder 1'024 x 768 (XGA) Punkte. Je besser die Auflösung ist, desto mehr Informationen können auf dem Bildschirm angezeigt werden (sofern das Punktraster des Bildschirms sie noch wiedergeben kann). Allerdings sinkt proportional dazu die Zeichengrösse. Für die Lesbarkeit ist nicht die Informationsmenge auf dem Bildschirm entscheidend, sondern in erster Linie die Zeichengrösse, die von der Sehdistanz abhängig ist. Die optimale Auflösung in Funktion der Bildschirmgrösse ist in Tabelle 4 dargestellt.

Bildschirmgrösse		Auflösung
14 Zoll	37 cm	640 x 480 Punkte
15 Zoll	39 cm	800 x 600 Punkte
17 Zoll	43 cm	1'024 x 768 Punkte
20 Zoll	53 cm	1'280 x 1'024 Punkte
21 Zoll	55 cm	1'600 x 1'200 Punkte

Tabelle 4
Optimale Bildschirmauflösung im Verhältnis zur Bildschirmgrösse. Als Mass für die Bildschirmgrösse wird die Bilddiagonale angegeben.

Bild 32
Beeinflussung der Lesbarkeit durch die Zeichengrösse.

3.1.7.5 Zeichengestalt (Schriftbild)

Schrifttypen mit sehr schmalen und solche mit sehr breiten Zeichen sind schlecht lesbar. Die beste Lesbarkeit wird bei einem Verhältnis der Zeichenbreite zur Zeichenhöhe von etwa 3:4 erreicht. Zu beachten ist auch die Strichdicke, die etwa 15 % der Zeichenhöhe betragen sollte. Als geeigneter Zwischenraum zwischen den einzelnen Zeichen sind 15-25 % der Zeichenbreite, zwischen den Zeilen 80-150 % (je nach Zeilenlänge) der Zeilenhöhe anzusehen. Bei längeren Bildschirmtexten sollen bewährte Schrifttypen sowie Gross- und Kleinbuchstaben verwendet werden (Bild 33). Nur in Grossbuchstaben geschriebene Texte erschweren das Lesen erheblich.

Bild 33
Beeinflussung der Lesbarkeit durch den Schrifttyp.

3.1.7.6 Trennschärfe der Zeichen

Unscharfe Zeichen verschlechtern den Lesekomfort und beanspruchen die Akkommodationsfähigkeit sehr stark. Aus arbeitsphysiologischer Sicht sind deshalb für häufige oder längere Einsätze nur Bildschirme mit guter Trennschärfe der Zeichenkonturen geeignet. Als objektives Mass der Trennschärfe gilt die Grösse der Randzone, innerhalb deren die Leuchtdichte des Zeichens vom maximalen zum minimalen Wert abfällt. Diese Randzone sollte weniger als 0,3 mm breit sein. Es ist auch zu beachten, dass gewisse Antireflexionsmittel (Filter usw.) die Trennschärfe der Zeichen erheblich herabsetzen können.

Massgebendes Kriterium für die Zeichenschärfe ist auch der sogenannte Lochmaskenabstand, der in den meisten Prospekten sowie Gebrauchsanleitungen zu finden ist. Je kleiner dieses Mass ist, desto schärfer können die Zeichen auf der Bildschirmoberfläche dargestellt werden. Ein häufiges Mass für die Lochmaske ist heute 0,28 mm.

3.1.7.7 Stabilität der Zeichen

Bei nicht optimal eingestellter elektronischer Steuerung des Elektronenstrahles kommt es zu periodischen Bewegungen bzw. zum Zittern der Zeichen auf dem Bildschirm, wobei vorübergehend bestimmte Buchstaben zusammenfliessen können.

Solche Zeichenbewegungen können die Akkommodations- und die Fixationstätigkeit der Augenmuskeln übermässig beanspruchen. Es ist deshalb wichtig, ausschliesslich Bildschirmröhren mit guter Zeichenstabilität auszuwählen, die auch gegen Erschütterung unempfindlich sind.

Die Stabilität der Zeichen kann auch durch magnetische Wechselfelder in der Umgebung des Bildschirms beeinträchtigt werden (beispielsweise in der Nähe einer Eisenbahnfahrleitung oder über einem in der Erde verlegten Hochspannungskabel). Solche Einflüsse lassen sich mit Hilfe spezieller Abschirmungen grösstenteils eliminieren.

3.1.7.8 Oszillation (Flimmern) der Zeichen

Das Licht der Bildschirmzeichen hat einen oszillierenden Charakter. Es wird durch den Elektronenstrahl erzeugt, der den Phosphor zum Aufleuchten bringt. Man spricht von der «Bildwechselfrequenz», die mindestens 72 Hz betragen sollte (vgl. Kap. 2.4.5).

3.1.8 Unerwünschte physikalische Einwirkungen

Das Bildschirmgerät darf keine störenden Geräusche (Pfeifen), möglichst wenig Wärme und keine gesundheitsschädlichen Strahlungen abgeben (vgl. Kap. 6). Insbesondere sollte die Zeilenfrequenz (Frequenz, mit der der Kathodenstrahl jede einzelne Zeile abtastet) über 35 kHz liegen.

Bei Super-VGA-Auflösung (800 x 600) und 72 Hz Bildwechselfrequenz beträgt die Zeilenfrequenz bereits über 40 kHz. Bei den heute üblichen Auflösungen und Bildwechselfrequenzen ist also das Bildschirmpfeifen nicht mehr hörbar.

207'586



Bild 34
Bildschirm mit Flüssigkristallanzeige (LCD).

3.1.9 Neuere Entwicklungen

3.1.9.1 Flüssigkristallanzeige

Die Flüssigkristallanzeige (Liquid Crystal Display LCD) ist nicht selbstleuchtend (Bilder 34, 35). Sie ist, wie die Schrift auf einem Papier, auf eine Beleuchtung angewiesen. Diese kann im Schirm selber integriert sein (Backlite LCD), oder es wird auf eine externe Beleuchtung zurückgegriffen. Bei den meisten LCDs muss ein vorgegebener Winkel zwischen Lichteinfall, Bildschirmoberfläche und Betrachtungsrichtung eingehalten werden, damit ein ausreichender Kontrast erreicht wird. Ausserdem besteht bei künstlicher Beleuchtung mit den heute weitverbreiteten tiefstrahlenden Spiegelrasterleuchten (BAP-Leuchten) und bei nahezu senkrechter Anordnung die Gefahr, dass die Flüssigkristallanzeige schwer lesbar ist, weil die Vertikalbeleuchtungsstärke zu klein ist.

Die Bildpunkte sind scharf begrenzt und durch die Elektroden in der Position exakt vorgegeben. Die Bildqualität wird also durch externe elektromagnetische Felder nicht beeinflusst.

Die Vorteile der LCD-Anzeige liegen im niedrigen Energieverbrauch und in der Eigenschaft, als passive Anzeige auch bei Sonnenlicht lesbar zu sein. LCD-Anzeigen werden deshalb vor allem in portablen Geräten eingesetzt.

Die Bildqualität hat heute einen guten Standard erreicht. Wegen der grösseren Trägheit können LCD-Anzeigen mit tieferer Bildwechselfrequenz betrieben werden als konventionelle Bildschirme.

Schon heute sind Flüssigkristall-Bildschirme in den üblichen Grössen (z. B. 15 Zoll) erhältlich. Allerdings sind diese nur noch einige Zentimeter schmalen Bildschirme noch verhältnismässig teuer. Es kann damit gerechnet werden, dass sie in den nächsten Jahren weite Verbreitung finden und markant billiger werden.

3.1.9.2 Plasmabildschirm

Der Plasmabildschirm ist wie die konventionelle Kathodenstrahlröhre eine aktive Anzeige. Die maximal erreichbare Leuchtdichte ist im allgemeinen gering, dafür ist die Punktstabilität gross. Die Farbe der Anzeige richtet sich nach der Entladungsfarbe des verwendeten Gases. In vielen Fällen ist es ein rot leuchtendes Neon-Argon-Edelgasgemisch. Ein Flimmern wird praktisch nicht wahrgenommen.

207'587



Bild 35
Arbeitsplätze mit Bildschirmen mit Flüssigkristallanzeige (LCD).

Die Plasmatechnik erlaubt die Herstellung planer, übergrosser Bildschirme kleiner Bautiefe für Spezialanwendungen.

3.1.10 Energieverbrauch

Der klassische Bildschirm mit einer Kathodenstrahlröhre verbraucht in jedem Fall mehr Energie als der Rechner. Moderne 15-Zoll-Bildschirme benötigen etwa 60 bis 100 Watt. Heute werden meist Bildschirme verkauft, die mit einer Energiesparschaltung ausgerüstet sind. Der Bildschirm schaltet sich nach einer frei wählbaren Zeit automatisch aus, wenn er nicht benützt wird, und schaltet sofort wieder ein, wenn eine Taste betätigt oder die Maus bewegt wird (Powersafe: bedingt eine Abstimmung zwischen Bildschirm und Rechner). Der Einsatz solcher Bildschirme ist überall dort zu empfehlen, wo mit längeren Arbeitsunterbrüchen gerechnet werden muss.

Generell sollten Bildschirme ausgeschaltet werden, wenn sie mehr als 15 Minuten nicht gebraucht werden (z. B. in Pausen, über den Mittag, bei länger andauernden Arbeiten ohne Bildschirm).

3.1.11 Notebooks

Notebook-Bildschirme arbeiten meist mit LCD-Anzeigen (vgl. Kap. 3.1.9.1). Wo ein (improvisierter) Arbeitsplatz fest mit einem Notebook ausgerüstet ist, kann es sinnvoll sein, sowohl einen externen Bildschirm wie auch eine externe Tastatur und Maus anzuschliessen (Bild 36). Da die Grundeinstellung für das eingebaute Display meist bei 60 Hz liegt, muss beim Anschluss eines externen Bildschirms ein entsprechender Bildschirmtreiber für mindestens 72 Hz Bildwiederholungsfrequenz eingesetzt werden.

207'588



Bild 36
Notebook an einem stationären Arbeitsplatz mit externer Tastatur, Maus und Bildschirm.

3.1.12 Testergebnisse

Immer wieder wird die Frage gestellt, ob die Suva Bildschirme teste und empfehle. Das ist nicht der Fall. Da die Suva grundsätzlich keine technischen Prüfungen von Bildschirmen und von entsprechendem Zubehör durchführt, ist es nicht statthaft, Geräte als «Suva-geprüft» zu bezeichnen oder mit dem Hinweis «von der Suva empfohlen» zu versehen.

Hingegen gibt es Fachzeitschriften, die selber Bildschirme vergleichenden Tests unterziehen oder Tests von spezialisierten Prüfern durchführen lassen. Die publizierten Ergebnisse eröffnen den potentiellen Benützern interessante Informationen und Entscheidungshilfen.

Mit Hilfe von guten Testbildern kann man die Bildqualität auf dem Bildschirm selber beurteilen. Zudem lässt sich so auch eine optimale Einstellung für die Farben, den Kontrast und die Hintergrundhelligkeit finden.

3.2 Tastatur

3.2.1 Anforderungen an die Tastatur als Ganzes

Bei häufiger oder gar ständiger Bildschirmarbeit ist die Verwendung von frei beweglichen Tastaturen zu empfehlen, damit deren Position dem Aufgabencharakter (Plazierung entweder vor dem Bildschirm oder vor dem Beleg) und sonstigen Gegebenheiten angepasst werden kann.

Ergonomisch vorteilhaft ist eine niedrige Bauhöhe der Tastatur. Die mittlere Tastenreihe soll weniger als 3 cm über der Tischplatte liegen, mit einer Neigung nach vorn von 5-15° gegenüber der horizontalen Ebene. Für die Auflage der Handballen sollten zwischen Tastatur und Tischkante 10-20 cm Platz bleiben.

Um Glanz und störende Lichtreflexe zu verhindern und zugleich die Lesbarkeit der Aufschriften zu erleichtern, muss die Tastaturoberfläche matt sein. Der Reflexionsgrad soll etwa im Bereich von 30 bis 60% liegen. Geeignet sind neutrale Farben mittlerer Tönung, z. B. grau, braun oder grün.

3.2.2 Tastengestaltung

Grösse, Form und Anordnung der Tasten und Zwischenräume müssen möglichst weitgehend der natürlichen oder der durch langjährige Praxis angewöhnten Fingerhaltung Rechnung tragen sowie der Bedienbarkeit ohne visuelle Kontrolle. Eine bessere Orientierung lässt sich erreichen, indem bestimmte Tasten mit einer stark konkaven Vertiefung versehen werden. Alle Tasten müssen bei geringer konstanter Anschlagkraft (40-100 g) vollständig zu betätigen sein. Als Bestätigung des erfolgten Eintastens hat sich das Überwinden eines Druckpunktes bewährt. Akustische Signale können die Rückmeldung unterstützen. Sie sollten, sofern elektronisch erzeugt, in Qualität und Lautstärke einstellbar sein. In Handbüchern wird oft ein optimaler

Tastenweg von 1-5 mm angegeben. Es ist ungeklärt, ob eine solche Forderung wirklich erfüllt sein muss.

Für gewisse Aufgaben sind zwei getrennte Tastaturblöcke von Vorteil (Zahlen/Buchstaben, vgl. Bild 37). Diese Bauart ist allerdings so weit verbreitet, dass sie selten extra verlangt werden muss.

Die Beschriftung der Tasten darf nicht allzu klein sein; eine Positivbeschriftung (dunkle Schrift auf hellem Grund) ist der Negativbeschriftung (helle Schrift auf dunklem Grund) vorzuziehen. Bei Routineeingaben dient allerdings die Tastatur kaum als Sehobjekt. Blinkende Tasten sollten nur als Warnsignal verwendet werden.

Durch Veränderungen an der Bauform der Tastaturen wird immer wieder versucht, günstigere Bedingungen für die Handhaltung zu erzielen. So gibt es heute in der Mitte knickbare oder abgewinkelte Tastaturen (Bilder 38, 39). Die Anordnung der Tasten ist bei diesen Modellen nicht in jedem Falle gleich wie bei den üblichen Tastaturen, weshalb sich die Benützer für die Bedienung umstellen müssen (vgl. auch Kap. 4.3).

3.2.3 Spezielle Tastaturen

Die klassische Tastatur reicht für höhere Anforderungen bei der Textverarbeitung (Layoutgestaltung, Desktop publishing) im graphischen Gewerbe und auch beim computerunterstützten Entwerfen und Konstruieren (CAD) nicht aus. Bei der klassischen Tastatur ist die Zahl der möglichen Funktionen auch bei Mehrfachbelegung der Einzeltaste begrenzt. Eine vierfache Belegung kann nicht mehr angeschrieben werden und verlangt Expertenwissen.

Der Wunsch nach zusätzlichen Eingabegeräten für die Cursorbewegung und nach mehr Funktionstasten hat zu Erfindungen wie dem Graphiktablett, Touchscreen (Berührungsschirm), Joystick (Steuerhebel), Trackball oder der Maus geführt.

206'010



Bild 37
Tastatur mit getrennten Tastaturblöcken.

207'589



207'590



Bilder 38, 39
«Ergo-Tastatur» mit verstellbarem Winkel. Die Eingabe von Zahlen wird durch den getrennten Zahlenblock erleichtert.

3.2.4 Maus

Der Maus (Bild 40) kommt heute mit dem Einsatz von graphischen Benutzeroberflächen sehr grosse Bedeutung zu. Die Bauarten unterscheiden sich sehr stark. So werden Konstruktionen angeboten, die entweder symmetrisch gebaut sind oder speziell nur für Links- oder nur für Rechtshänder konzipiert sind. Zudem gibt es ergonomische Mausformen, bei denen das Handgelenk nicht flach auf die Mausmatte gelegt werden muss (die Hand kann dann praktisch in der Entspannungsposition die Maus bedienen). Im weiteren erlauben verschiedene Anwenderprogramme, die Maustasten bestimmten Funktionen frei zuzuordnen.

207'591



Bild 40
Verschiedene Mausmodelle.

207'592



Bild 41
Beleghalter mit drei Freiheitsgraden (Position, Höhe, Neigung) für Format A4 (links) und Format A3 (rechts).

Da viele Benutzer mit dem Doppelklick Mühe haben, besteht bei einigen Modellen die Möglichkeit, die Maus so zu programmieren, dass diese Funktion z. B. mit der mittleren Maustaste oder mit dem Daumen ausgelöst werden kann. Zudem gibt es Mäuse mit Scroll-Rädchen zum Verschieben des angezeigten Dokuments auf dem Bildschirm.

Für das Bedienen der Maus soll eine Mausmatte eingesetzt werden; es muss zudem auf dem Tisch genügend Platz vorhanden sein. Es können auch kabellose Mäuse eingesetzt werden, die das Problem der Kabelführung eliminieren. Der Benutzer soll selber entscheiden können, welcher Mausform er für den täglichen Einsatz den Vorzug geben will.

3.3 Belege und Beleghalter

3.3.1 Allgemeines

Bei der Bedienung der Bildschirmgeräte wird in den meisten Fällen mit geschriebenen oder gedruckten Vorlagen gearbeitet. Sie sind in der Praxis oft bedeutend schlechter lesbar als die auf den Bildschirmen erscheinenden Daten. Um zu vermeiden, dass der Sehapparat unnötig belastet wird, müssen deshalb auch bestimmte Anforderungen an die Qualität der Arbeitsvorlagen gestellt werden.

3.3.2 Qualität der Belege

Zwischen Schrift und Papier muss ein ausreichender Kontrast vorhanden sein. Zudem sollten die Zeichen scharfe Umrisse haben. Texte in Sichtmappen oder Schutzhüllen, schlechte Fotokopien und Durchschläge sind daher ungeeignet. Die Zeichenhöhe darf nicht zu klein sein (nie unter 2 mm), und zwischen den einzelnen Zeilen soll es angemessene Abstände geben. Farbige Schriften können nur ausnahmsweise zugelassen werden. Leichte Farbtönung des Papiers (grün, blau, grau, braun, gelb) ist problemlos, intensive Farbtöne sind jedoch unbedingt zu vermeiden.

3.3.3 Beleghalter

Beleghalter (Bild 41) sind vor allem dort zu verwenden, wo häufig Daten ab Vorlage einzugeben sind. Die Beleghalter müssen sich frei aufstellen lassen und in Höhe und Neigung 30-70° zur Horizontalen verstellbar sein. Sie müssen einfach zu bedienen sein, da sie sonst erfahrungsgemäss nicht benutzt

werden. Eine willkommene Orientierungshilfe können Zeilenlineale mit Pedalbedienung bieten.

Die Neigung der Vorlage soll ungefähr der Neigung des Bildschirms entsprechen. Durch Neigen des Belegs um etwa 60° gegen die Horizontale lässt sich die Leuchtdichte der Belegfläche – je nach Beleuchtung – auf etwa die Hälfte reduzieren. Auf diese Weise können in den meisten Fällen physiologisch günstige Leuchtdichteverhältnisse geschaffen werden.

Bei Arbeitsvorgängen, die einen häufigen Blickwechsel zwischen Beleg und Bildschirm erfordern, ist dafür zu sorgen, dass die Sehentfernungen zum Bildschirm und zum Beleg möglichst gleich gross sind. Dadurch wird ständiges Neuakkommodieren vermieden. Um der Ermüdung eines Teils der Augenmuskeln vorzubeugen, sind Beleg und Bildschirm möglichst nahe beisammen zu plazieren. Wechselt die Blickrichtung überwiegend zwischen Beleg und Tastatur, sollte der Beleg möglichst neben der Tastatur plaziert werden.



207'593

Bild 42
Optimaler Tisch für einen Bildschirmarbeitsplatz.



207'594



207'595

Bilder 43, 44
Höhenverstellbare Bildschirm-Schwenkarme.



3.4 Arbeitstisch

3.4.1 Bedeutung des Tisches

Für eine Gestaltung der Arbeitsplätze mit Datensichtgeräten nach physiologischen Gesichtspunkten sind die Abmessungen bzw. die Konstruktion des Arbeitstisches von ausschlaggebender Bedeutung (Bild 42).

3.4.2 Grösse der Tischfläche

Die Tischfläche muss genügend Platz für die zu verrichtenden Tätigkeiten bieten. Die Arbeitsmittel müssen zweckmässig und flexibel angeordnet werden können. Die Oberfläche des Tisches darf nicht aus einem Material bestehen, das sich kalt anfühlt.

Den internationalen Empfehlungen entsprechend wird heute für die meisten Bildschirmarbeitsplätze eine Tischplatte mit einer Mindestlänge von 120 cm und einer Mindesttiefe von 80 cm empfohlen, was einer Tischfläche von 0,96 m^2 entspricht. Ergonomisch günstiger wäre allerdings eine Tischlänge von 160 cm und eine Tiefe von 90 cm (1,44 m^2). Eine zu geringe Tischtiefe lässt sich, falls der erforderliche Platz hinter dem Tisch zur Verfügung steht, mit einem speziellen Schwenkarm für den Bildschirm kompensieren (Bilder 43, 44). Je nach Tätigkeit und Grösse der Geräteteile kann eine grössere Fläche erforderlich bzw. eine kleinere ausreichend sein.

3.4.3 Höhe des Arbeitstisches

Wegen erheblicher Unterschiede bei den Körpergrössen und Beinlängen ist es kaum möglich, eine Idealhöhe für die Tischplatte festzulegen. Die in der entsprechenden EG-Richtlinie vorgeschriebene Höhe von 72 cm für nichtverstellbare Tischplatten (gemessen vom Boden zur Oberkante) ist heute umstritten.

Nach neueren Untersuchungen der ETH Zürich liegt die subjektiv bevorzugte Tischhöhe an Arbeitsplätzen mit Bildschirmgeräten zwischen 68 und 84 cm, wenn moderne Tastaturen von 3 cm Höhe verwendet werden.

Da die neu ins Erwerbsleben Eintretenden im Durchschnitt grösser sind als die Austretenden, empfiehlt sich eine Verstellbarkeit der Tischplatte etwa im Bereich von 68-82 cm. Eine mittlere fixe Tischplattenhöhe ist bei dauernder Beschäftigung am Datensichtgerät aus arbeitsphysiologischen Gründen nicht zu empfehlen.

Es sollten Tische bevorzugt werden, die neben der Einstellung der Höhe auch eine geringe Neigung der Oberfläche (in Andeutung einer abgeschrägten Pultoberfläche) erlauben. Schon ein geringer Neigungswinkel gibt subjektiv den Eindruck, dass bei der empfohlenen hinteren Sitzposition, welche die Entlastung des Rückens erlaubt, die Übersicht über das Arbeitsfeld nicht verlorengeht.

207'596



207'597

Bilder 45, 46
Modernes Pult für einen Bildschirmarbeitsplatz, das sowohl Arbeiten im Sitzen (Bild 45) wie auch im Stehen (Bild 46) erlaubt.

3.4.4 Bewegungsraum für die Beine

Aufgrund praktischer Erfahrungen wird für den Beinraum eine Mindestbreite von 70 cm und eine Mindesttiefe von 60 cm auf Kniehöhe bzw. von 80 cm auf Fussniveau empfohlen. Unter bestimmten Voraussetzungen (Beinlänge, persönliche Einstellung, Abwechslung usw.) können bis zu 10 cm kleinere Abmessungen toleriert werden. Die Höhe des Beinraumes hängt von der Höhe der Tischplatte ab und darf keinesfalls durch Schubladen oder ähnliches vermindert werden.

3.4.5 Tischfarbe

Geeignete Tischfarben sind neutral wirkende Farbtöne (z. B. grau, grün oder braun) mit einem verhältnismässig niedrigen Reflexionsgrad, der zwischen 20 % und 50 % liegen soll. Die Tischfläche soll grundsätzlich matt sein.

3.4.6 Kabelkanal

Der Arbeitstisch soll mit einem Kabelkanal ausgerüstet sein. Dadurch lässt sich dem vielfach beobachteten Kabel-Wirrwarr entgegenwirken. Werden zudem die Kabel direkt in Bodenkanäle eingeführt, lassen sich auch die unliebsamen Stolperfallen eliminieren.

3.4.7 Stehpult

Erstaunlicherweise hat es sehr lange gedauert, bis das Stehpult, vor Jahrzehnten fester Bestandteil des klassischen Büros, wieder Eingang in die moderne Bürolandschaft gefunden hat. Der Wechsel zwischen Sitzen und Stehen kann wohltuend wirken und helfen, Beschwerden zu verhindern, die durch Bewegungsarmut entstehen.

Reine Stehpulte sind allerdings für Bildschirmarbeitsplätze nicht zu empfehlen. Geeignet sind hingegen Pulte, die mit einem einfachen Handgriff von der normalen Pulthöhe zum Stehpult umfunktioniert werden können (Bilder 45, 46). Die maximal wählbare Höhe sollte etwa 120 cm betragen. Oft kann man sich aus dem bestehenden Mobiliar ein Stehpult improvisieren (Bild 47). Hilfreich können auch kleine, getrennt aufstellbare Stehpulte sein (Bild 48) oder Modelle, die sich an bestehenden Tischen anbauen lassen (Bild 49).



Bild 47
Improvisierter Steharbeitsplatz an einem Rolladenschrank.



Bild 49
Kleines Stehpult, das sich an einen Tisch anbauen lässt.



Bild 48
Kleines, getrenntes Stehpult.

3.5 Arbeitssitz

3.5.1 Bedeutung des Arbeitssitzes

Bei länger dauernden Tätigkeiten in sitzender Stellung soll der Arbeitsstuhl nicht nur eine zweckmässige Sitzposition gewährleisten, sondern auch die Rückenmuskulatur und die Bandscheiben entlasten. Die Eigenschaften des Arbeitssitzes sind von grosser ergonomischer Bedeutung (Bild 50).

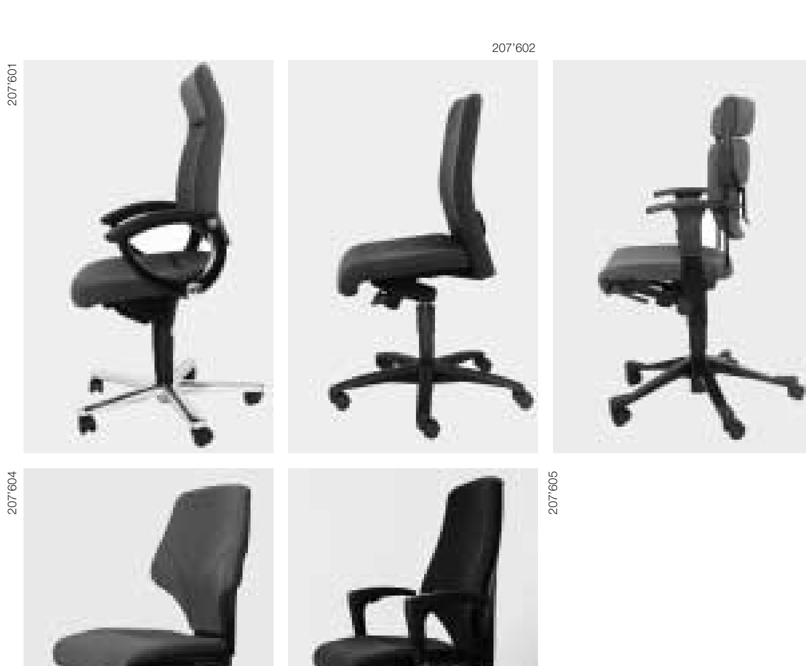


Bild 50
Gute Arbeitsstühle.

3.5.2 Sitzhöhe

Die physiologisch geeignete Sitzhöhe entspricht dem individuellen Abstand zwischen der Kniekehle und dem Boden, einschliesslich Schuhabsatz und abzüglich 3 cm, gemessen bei einem Kniebeugungswinkel von 90° und bei entspannter Schenkelmuskulatur. Für Arbeitsplätze mit Bildschirmgeräten eignen sich fast ausschliesslich – zumindest im Bereich von 42-55 cm Sitzhöhe – höhenverstellbare Rolldrehstühle, selbstverständlich mit guter Standfestigkeit gegen Abgleiten und Umkippen (5 Rollen).

3.5.3 Sitzfläche

Zu empfehlen sind Bürostühle mit leicht konkav geformten, dem Körper aber nicht vollständig angepassten Sitzflächen von etwa 40 x 40 cm, die mit einer etwa 1 cm starken Latexschicht und einem wasserdampfdurchlässigen Überzugsmaterial (z.B. Naturfaser- oder Mischgewebe) gepolstert sind. Für kleinere Personen kann eine geringere Sitztiefe (z.B. 35 cm) angezeigt sein. Überdies empfiehlt sich ein Schwenkmechanismus mit einer Neigung der Sitzfläche von 2° vorwärts bis 14° rückwärts gegenüber der Horizontalen. Die Sitzvorderkante muss leicht abgerundet sein, damit kein unerwünschter mechanischer Druck auf die Beingefässe und Beinnerven auftreten kann.

3.5.4 Rücklehne

Der Bürostuhl soll gemäss neueren arbeitsphysiologischen Erkenntnissen eine hohe, etwa 50 cm über die Sitzfläche reichende Rücklehne haben. Die Rücklehne muss in 10-20 cm Höhe eine wulstförmige Lendenstütze (Lendenbausch) aufweisen und im oberen Teil leicht nach vorne geformt sein. Schliesslich soll sich die Rücklehne in der Neigung verstellen und in der gewünschten Position arretieren lassen. Bewährt haben sich auch Formsitze, deren Gesamtschale neigbar ist.

In neuerer Zeit werden Bürostühle angeboten, die «dynamisches» Sitzen erlauben. Bei dieser Technik wird die Rücklehne nicht in einer festen Position arretiert, sondern sie macht die Bewegungen des Rückens weitgehend mit. Durch diese Art Sitzen wird der Rücken optimal in seinen Bewegungen gestützt und die Rückenmuskulatur gestärkt. Wichtig ist aber, dass die Federkraft der Rücklehne optimal dem Körpergewicht angepasst wird.

3.5.5 Armlehnen

Lange Armlehnen sind für die Tätigkeit am Bildschirmgerät ungeeignet. Kurze Armlehnen werden zum Teil geschätzt, meist aber wird geraten, auf Armlehnen ganz zu verzichten. Wichtig ist, dass am vorderen Tischrand (vor der Tastatur und dem Bildschirm) geeignete Abstützmöglichkeiten für Vorderarme bzw. Handballen vorhanden sind.

3.5.6 Alternative Sitzmöbel

Als Alternative zum klassischen Bürostuhl sind seit einiger Zeit neuartige Sitzmöbel im Gespräch. Im Gegensatz zum passiven Sitzen im Bürostuhl bedingt die Verwendung eines Sitzballs oder eines Pendelstuhls ein aktives Sitzen (Bilder 51, 52), ähnliches gilt für das Kniendsitzen (vgl. Kap. 4.6). Ganztägiges Sitzen auf einem Sitzball ist aber ebensowenig zu empfehlen wie der andauernde Kniesitz, der Knieprobleme zur Folge haben kann.

207'606



Bild 51
Sitzball.



Bild 52
Pendelstuhl.

Diese Sitzarten sollten deshalb alternierend mit dem klassischen Bürostuhl eingesetzt werden.

In letzter Zeit sind von verschiedenen Herstellern spezielle Arbeitssitze vorgestellt worden, die speziell für Personen mit schweren Rückenproblemen geeignet sein sollen. Diese Produkte können nicht allgemein beurteilt werden. Eine Sitzprobe über einen längeren Zeitraum (mind. zwei Wochen) gibt hier allenfalls Aufschluss über Vor- und Nachteile.

3.6 Fussstützen

Der natürliche Bewegungsraum der Füsse unter dem Arbeitstisch beträgt 80 x 80 cm. Allerdings haben sich Fussstützen mit diesen Abmessungen noch nicht allgemein durchgesetzt, obschon sie als Optimum zu betrachten wären.

Grundsätzlich sollte eine Fussstütze unter Berücksichtigung der Beinlänge und je nach persönlichem Bedürfnis zur Verfügung gestellt werden. Sie soll eine Breite von mindestens 45 cm und eine Tiefe von 35 cm nicht unterschreiten und einen Neigungsbereich von 0 bis 20° sowie eine Höhenverstellbarkeit von 15 cm aufweisen. Allerdings ist die physiologische Beweglichkeit bei dieser Fussstützengrösse eingeschränkt. Natürlich muss sie auch rutschfest sein, was sich mit einer rutschsicheren Unterlage oder einer festen Verbindung mit dem Tisch erreichen lässt (Bild 53).

Abzulehnen sind kleine Fussstützen, auf denen nur gerade die Füsse – abgestützt auf einem Rohr oder einer Stange im Bereich der Schuhmitte – Platz haben (Bild 54).

Falls mit einem Diktiergerät gearbeitet wird, sollte die Fussbedienung der Abspielstation in der Fussstütze eingebaut sein. Verschiedene Hersteller bieten diese Möglichkeit an.

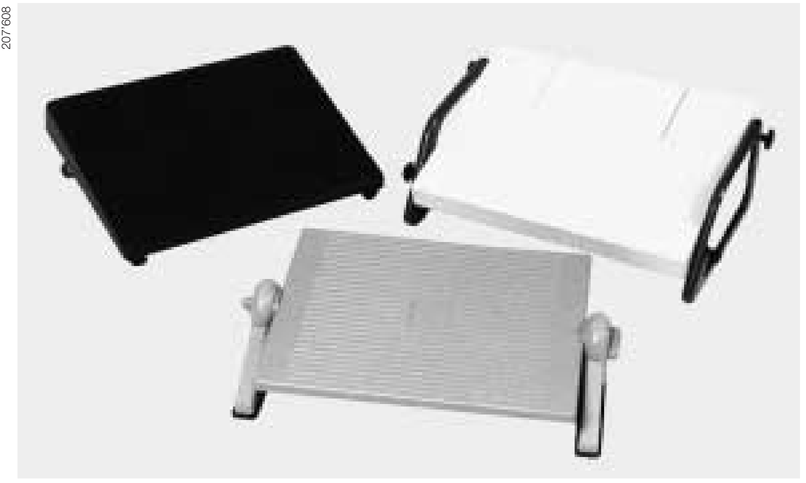


Bild 53
Fussstützen.



Bild 54
Ungeeignete Fussstütze.

3.7 Grundsätzliches über die Körperhaltung

In zahlreichen Publikationen wird als richtiges Sitzen vor dem Bildschirm ohne physiologische Begründung ein Sitzen mit aufrechtem Rumpf bezeichnet. In der Praxis neigen sich aber – nach Untersuchungen der ETH Zürich – rund 90 % der Bildschirmbenützer spontan mehr oder weniger zurück, was offenbar den ganzen Rücken entlastet. Untersuchungen in Schweden haben denn auch gezeigt, dass mit zunehmender Rückwärtsneigung (bis zu 120°) der Druck auf die Bandscheiben abnimmt und die ungünstige statische Arbeit der Rückenmuskulatur leichter wird.

Um Zwangshaltungen und die sich daraus ergebenden Beschwerden zu vermeiden, muss auch der richtigen Haltung von Kopf, Armen, Händen und Beinen Rechnung getragen werden. Dies kann nur mit Hilfe der oben beschriebenen Verstellbarkeit der Arbeitsplatzkomponenten (in bezug auf Höhe, Neigung usw.) geschehen. Die entsprechende Einrichtung des Arbeitsplatzes ist ein wichtiges physiologischen Erfordernis, denn Arbeitsplatzbedingungen, die keine entspannte Körperhaltung erlauben, führen fast zwangsläufig zu körperlichen Beschwerden.

3.8 Drucker

Auch Drucker beeinflussen die Qualität eines Bildschirmarbeitsplatzes. Man unterscheidet drei Technologien:

Nadel- oder Matrixdrucker
Diese technisch älteste, aber sehr schnell arbeitende Druckerart wird heute vorwiegend dort eingesetzt, wo Lieferscheine oder Rechnungen auf endlosen Durchschreibegarnituren (Original und Kopien) geschrieben werden müssen. Viele ältere Nadeldrucker sind relativ laut.

Tintenstrahldrucker
Der Tintenstrahldrucker, oft auch als Farbdrucker eingesetzt, ist ein sehr leiser, dafür aber relativ langsamer Drucker, der zu keinen Problemen am Arbeitsplatz führt.

Laserdrucker
Laserdrucker sind heute sehr weit verbreitet. Sie sind schnell, anspruchslos im Unterhalt und liefern eine gute Druckqualität. Oftmals werden sie auch als Netzwerkdrucker in einer leistungsfähigen Ausführung eingesetzt.

Laserdrucker können technisch mit normalen Fotokopiergeräten verglichen werden. Somit sind auch die Probleme vergleichbar: Die eingebaute Heizung produziert Wärme, und der zur Bilderzeugung erforderliche Laserstrahl bildet Spuren von Ozon (wobei heute meistens bereits bei der Herstellung ein entsprechender Filter eingebaut wird). Neuere Drucker schalten nach einer bestimmten inaktiven Zeit auf einen energiesparenden (und geräuschärmeren) Stand-by-Betrieb um.

3.9 Internationale Empfehlungen und Vorschriften

An dieser Stelle sollen nicht alle Empfehlungen, Vorschriften und Normen aufgelistet werden, die die einzelnen Elemente des Bildschirmarbeitsplatzes zum Gegenstand haben. Vorgestellt werden jedoch die bei uns am häufigsten zitierten Grundlagen.

MPR 2 (neu SS 436 1490)
Bei diesem vielzitierten Werk, das aus zwei Teilen besteht, handelt es sich um Empfehlungen, die vom National Board for Measurement and Testing im Auftrag der schwedischen Regierung herausgegeben wurden (MPR 1:1987; MPR 2:1990). Insbesondere werden Mess- und Beurteilungskriterien sowie die die Strahlung betreffenden Anforderungen für Bildschirmgeräte festgelegt.
Die Schwedische Norm SS 436 1490 vom November 1995, welche auf MPR 2 aufbaut, ist als deren Ergänzung und Ersatz erschienen.

TCO
Norm einer schwedischen Gewerkschaft, die im Vergleich zur MPR 2 leicht tiefere Strahlungsgrenzwerte enthält.

EG-Richtlinie 90/270 EWG vom 29. Mai 1990
Allgemeine Rahmenrichtlinie für den Bildschirmarbeitsplatz. Es sind keine technischen

Grenzwerte aufgeführt. Diese Richtlinie muss durch die Mitgliedstaaten in nationales Recht umgesetzt werden und ist für die Schweiz nicht verpflichtend.

EN 29241 (CEN) bzw. ISO 9241
Umfangreiche Norm in 17 Teilen, die alle Elemente des Bildschirmarbeitsplatzes behandelt. Da die Schweiz Mitglied des CEN ist (Comité Européen de Normalisation), haben diese Normen für sie verbindlichen Charakter.

Grenzwerte am Arbeitsplatz 1997, (Suva, 1903.d)
Arbeitshygienische Grenzwerte für physikalische Einwirkungen, elektromagnetische Felder.

4 Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen

4.1 Raumbeleuchtung

4.1.1 Anforderungen

4.1.1.1 Beleuchtungsstärke

Die beiden Hauptsehaufgaben an einem Bildschirmarbeitsplatz stellen nahezu entgegengesetzte Anforderungen an die Beleuchtung. Für das Beleglesen und den Blick auf die Tastatur wird meist ein verhältnismässig hohes Beleuchtungsniveau bevorzugt, während für das Lesen der Bildschirminformation der Kontrast zwischen den Bildschirmzeichen und ihrem Hintergrund wichtig ist. Dieser Kontrast nimmt naturgemäss mit steigendem Beleuchtungsniveau im Raum durch Überlagerung des Lichtes ab.

Die Raumbeleuchtung muss qualitativ so gut sein, dass auf dem Bildschirm keine störende Kontrastminderung eintritt und der Beleg mühelos gelesen werden kann.

Aufgrund der Forderung, dass die optimale Leuchtdichte auf dem zu lesenden Beleg zwischen 100 und 200 cd/m^2 liegen soll, lässt sich für die minimale horizontale Beleuchtungsstärke ein Wert von 500 lx herleiten. Qualitativ hochwertige Bildschirme erlauben heute solche Werte. Sowohl die Leitsätze der Schweizerischen Lichttechnischen Gesellschaft SLG wie auch die DIN 5035 schlagen den Wert von 500 lx vor. Werte unter 500 lx genügen für CAD-Arbeitsplätze.

Die optimale Beleuchtungsstärke hängt auch von der Art der Bildschirmtätigkeit ab. Wickelt sich beispielsweise der grösste Teil der Informationsaufnahme über den Bildschirm ab, so genügen 300 lx. Höhere Werte bis etwa 1'000 lx sind für sehbeeinträchtigte oder ältere Personen von Vorteil. Um dabei die störende Kontrastminderung auf dem Bildschirm zu vermeiden, sollten diese Beleuchtungsstärken nur lokal, z.B. mit einer Tischleuchte, erzeugt werden. Grössere Lichtmengen bewirken auch eine gesteigerte Wachheit und damit eine grössere Leistungsfähigkeit.

4.1.1.2 Lichtfarbe

Als Lichtfarbe für Leuchtstofflampen ist «neutralweiss» oder «warmweiss» zu wählen, wobei warmweiss den gestiegenen Komfortbedürfnissen entgegenkommt und ein angenehmes Farbklima schafft. Zudem ist die Toleranz gegenüber Beleuchtungsmängeln bei warmweissem Licht grösser.

4.1.1.3 Reflexionsgrad des Raumes

Der Reflexionsgrad beeinflusst die Lichtausbreitung in einem Raum erheblich. Deshalb empfiehlt es sich, folgende Richtwerte einzuhalten:

- Decke 70 - 80 %
- Wände und Stellwände 40 - 60 %
- Boden 30 - 50 %
- Vorhänge 50 - 70 %
- Büromöbel 30 - 50 %

Besonders wichtig ist das Reflexionsvermögen der Decke in jenen Fällen, wo eine Indirektbeleuchtung oder eine kombinierte Leuchtenvariante direkt/indirekt, wie sie noch vorgestellt wird, eingesetzt werden soll.

4.1.1.4 Leuchtdichteverteilung am Arbeitsplatz

Der maximal zulässige Leuchtdichteunterschied zwischen Bildschirm und Beleg liegt bei 1:10 (Kontrast der Flächenhelligkeiten). Der Hintergrund soll höchstens die Leuchtdichte des Beleges aufweisen. Leider wird gerade dieser Richtwert in der Praxis oft überschritten (Bilder 55, 56).



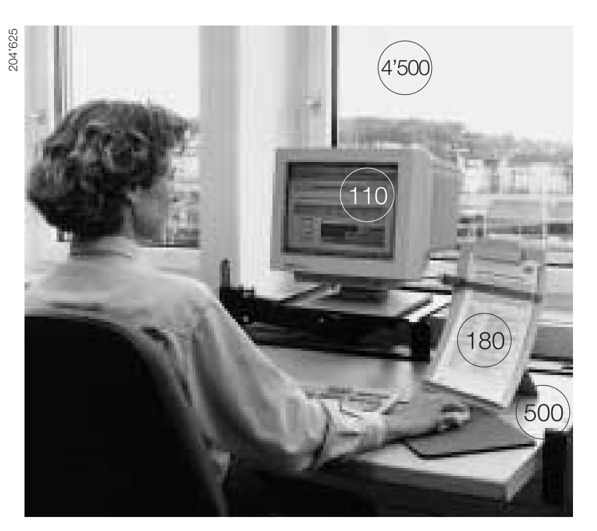


Bild 55 Bild 56
Gute (Bild 55) und schlechte (Bild 56) Leuchtdichteverteilung am Bildschirmarbeitsplatz.
Die Zahlen in den Kreisen geben die in cd/m^2 gemessenen Leuchtdichten an.
Die Kontraste liegen in den folgenden Bereichen:

	Bild 55	Bild 56
zwischen Bildschirm und Vorlage	1 : 1,8	1 : 1,6
zwischen Bildschirm und Tisch	1 : 1,4	1 : 4,5
zwischen Bildschirm und Hintergrund	1 : 1,4	1 : 41

Untersuchungen haben ergeben, dass für die Decke Leuchtdichten zwischen 100 und 300 cd/m^2 und für die Wände zwischen 50 und 100 cd/m^2 als angenehm empfunden werden.

4.1.1.5 Spiegelungen (Reflexionen)

Leuchten sind so auszuwählen und anzuordnen, dass Spiegelungen auf der Bildschirmoberfläche möglichst vermieden werden (Bild 57). Dabei darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass auch Spiegelungen auf der horizontalen Arbeitsfläche vermieden werden müssen (z.B. auf Tastaturen, Klarsichthüllen oder auf Hochglanzpapier) und dass die Decke und die Wände ausreichend hell erscheinen (vgl. Kap. 4.1.1.3).

Fenster, die sich wegen ihrer Funktion als Lichtquelle nicht völlig abdunkeln lassen, stellen eine leuchtende Fläche dar, die durch entsprechende Aufstellungsgeometrie des Bildschirmes hinreichend zu berücksichtigen ist (vgl. Kap. 4.1.2).

4.1.1.6 Flimmern

Die zur Vermeidung des Flimmerns früher empfohlenen 2- oder 3-Phasen-Schaltungen haben sich nicht überall bewährt, weil die notwendigen Doppelleuchten eine zu hohe Beleuchtungsstärke ergeben. Moderne Hochfrequenzvorschaltgeräte liefern nicht nur flimmerfreies Licht, sondern erlauben auch – bei bestimmten Typen – eine kontinuierliche Anpassung der Beleuchtungsstärke an die jeweiligen Bedürfnisse. Zudem besteht die Möglichkeit, eine tageslichtabhängige Lichtsteuerung einzubauen, mit deren Hilfe viel Energie gespart werden kann. Bei der Planung sind jedoch allfällige Wechselwirkungen mit anderen Geräten und Installationen zu beachten.

Bild 57
Spiegelung eines Beleuchtungskörpers auf der Bildschirmoberfläche.

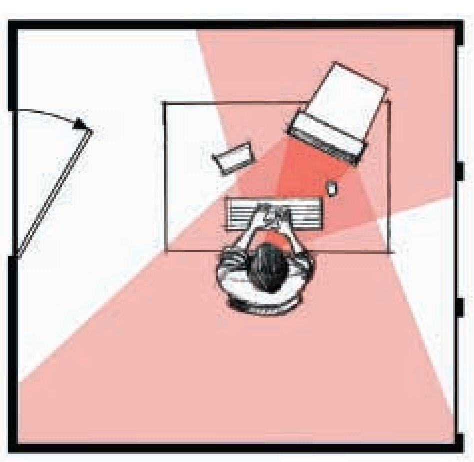




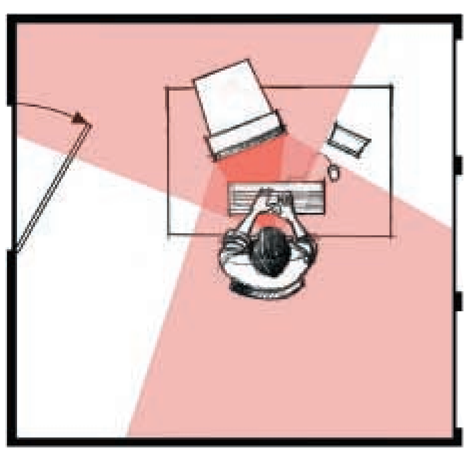
Bilder 58, 59
Arbeitsplätze mit völlig ungenügender Leuchtdichteverteilung.



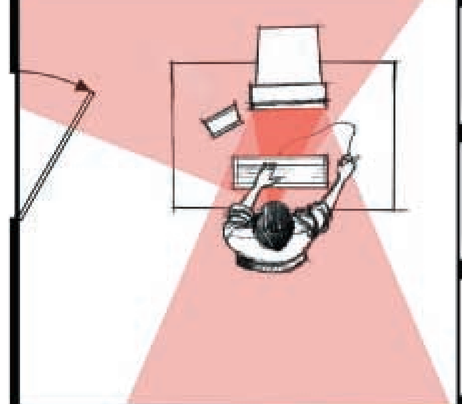
Bild 60
Spiegelung eines nicht abgedunkelten Fensters auf der Bildschirmoberfläche.



Falsch:
Fenster im Blickfeld, hohe Leuchtdichteunterschiede.



Falsch:
Fenster verursachen Spiegelungen auf Bildschirm.



Richtig:
Ausgewogene Leuchtdichteunterschiede. In der Spiegelungszone des Bildschirms befinden sich keine leuchtenden Flächen.

Bild 61
Anordnung des Bildschirms in einem Raum mit Tageslicht.

4.1.2 Tageslicht

Das Tageslicht allein ist ein ungeeignetes Mittel, um Bildschirmarbeitsplätze zu beleuchten, da es grossen Schwankungen unterworfen ist (Maxima direkt an den Fenstern bis 10’000 lx). Da die meisten Büroräume mit Bildschirmgeräten Fenster aufweisen, ist folgendes zu beachten:

- Vor und hinter dem Bildschirm dürfen sich keine Fenster befinden (Bilder 58-60).
- Die Hauptblickrichtung soll parallel zur Fensterfront verlaufen (Bild 61).
- Die Bildschirmarbeitsplätze sind nach Möglichkeit in die fensterfernen Raumzonen zu verlegen oder auf der fensterfernen Seite des Arbeitsplatzes anzuordnen.
- Die Fenster sollen aussenliegende Lamellenstoren aufweisen. Gegenüber innenliegenden Lamellen haben diese bedeutende bauphysikalische (wärmetechnische) und psychologische Vorteile (Blick ins Freie). Für Fenster mit Wärmeschutzgläsern sind besondere Massnahmen bezüglich Raumgestaltung erforderlich.
- Falls Vorhänge vorhanden sind, sollen diese aus dichtem, einfarbigem und hellem Gewebe bestehen (Pastelltöne).
- Fehlen bauliche Verdunkelungseinrichtungen (z.B. Lamellenstoren), müssen raumgestalterische Massnahmen getroffen werden, um den Tageslichtanteil zu reduzieren. Eine einfache und schnell zu realisierende Möglichkeit besteht darin, auf der Fensterinnenseite spezielle lichtdurch-

lässige Rouleaus zu befestigen (Bild 62). Bewährt hat sich hierbei die Montage der Rolle unten, weil dann das Rouleau nur soweit hochgezogen werden muss, bis störende Spiegelungen beseitigt sind. Eine solche Massnahme hat zudem den Vorteil, dass eine gewisse Transparenz (Blick ins Freie) immer noch möglich ist. Als Blend- oder Spiegelungsschutz vor direkter Sonneneinstrahlung sind diese Rouleaus jedoch ungeeignet.



Bild 62
Kunststoffrouleau zur Reduktion des Tageslichtanteils (links ohne, rechts mit Rouleau).

Räume mit Tageslicht bedürfen in jedem Fall einer ergänzenden künstlichen Beleuchtung. Diese ist in Form von Lichtbändern parallel zur Fensterfront anzuordnen. Die künstliche Beleuchtung verursacht allerdings Spiegelungen und erschwert dadurch das Plazieren des Bildschirms noch zusätzlich. Wie sich dieser Schwierigkeit begegnen lässt, zeigt Bild 63. Eine andere Lösung wäre die Montage einer grossflächigen Indirektbeleuchtung.

Können aus betrieblichen Gründen Bildschirme nicht nach den erforderlichen Kriterien aufgestellt werden oder ist mehr als eine Fensterfront vorhanden, muss mit Hilfe von Stellwänden eine optimale Lösung gesucht werden. Dabei sind nicht nur allfällige Spiegelungen auf dem Bildschirm zu eliminieren, sondern auch zu hohe Leuchtdichten im Blickfeld zu vermindern.

Lamellenstore
Fenster
Vorhänge
Lichtband 1
Bildschirmarbeitsplätze
Lichtband 2

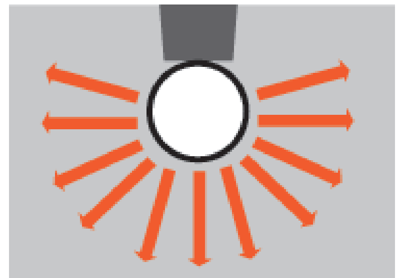
Bild 63
Anordnung der Bildschirmarbeitsplätze und der Beleuchtung in Räumen mit Fenstern.

4.1.3 Künstliche Beleuchtung

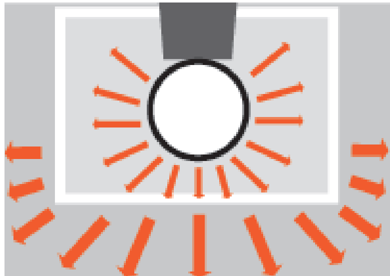
Räume mit Bildschirmarbeitsplätzen sind mit durchgehenden, parallel zur Blickrichtung angeordneten Lichtbändern zu beleuchten, die einzeln schaltbar sind. Ungeeignet sind

- unabgeschirmte Leuchtstofflampen,
- Wannenleuchten,
- Leuchten in Kreuzbandrasteranordnung,
- frei nach unten strahlende Spiegelraster-leuchten,
- Leuchten mit Trübglasabdeckung,
- frei strahlende Glühlampen.

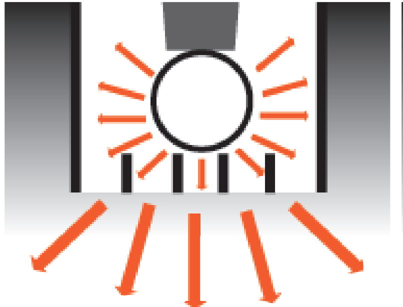
Gut eignet sich eine grossflächige diffuse Beleuchtung mit niedriger Leuchtdichte in allen Ausstrahlungsrichtungen (Bilder 64-68).



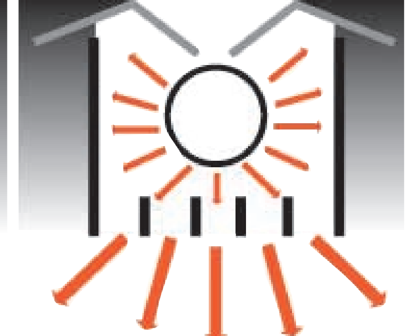
ungeeignet
direkte Lampe



ungeeignet
Leuchte mit Trübglasabdeckung



für Spezialfälle geeignet
Spiegelrasterleuchte



geeignet
Leuchte direkt-indirekt strahlend



geeignet
Indirekt-Ständerleuchte

Bild 64
Eignung verschiedener Leuchtenarten für die Bildschirmarbeit.



Bild 65
Gute Leuchte für Bildschirmarbeitsplätze: Deckenleuchte direkt-indirekt strahlend.

207'616



Bild 66
Gute Leuchten für Bildschirmarbeitsplätze: Deckenleuchten als Rasterleuchten.

207'617



207'618



Bild 67
Gute Leuchten für Bildschirmarbeitsplätze:
Deckenleuchten, direkt-indirekt strahlend.

207'619



Bild 68
Gute Leuchte für Bildschirmarbeitsplätze:
Ständerleuchte, direkt-indirekt strahlend.

Den gestellten Anforderungen genügt praktisch nur eine Indirektbeleuchtung. Dass die Decke bei der Indirektbeleuchtung möglichst strukturlos und diffus reflektierend zu sein hat, kann Anlass zu Kritik geben (zu «diffus», zu «schattenarm»). Die Indirektbeleuchtung hat auch den Nachteil, dass sehr helle Wände und Decken zusätzlich reflektieren. Zudem muss die Raumhöhe hinreichend gross sein (je nach Ausführung der Leuchten), und Decke und Wände müssen sauber gehalten werden. Man vermeidet Nachteile durch arbeitsplatzorientierte Ständer- oder Tischleuchten mit Indirekt- oder Direkt-Indirekt-Anteil (Bild 69). Diese lassen sich problemlos bei Umgestaltungen anpassen. Allerdings ist die Ausrüstung einer solchen Beleuchtung mit Glüh- oder Halogenglühlampen abzulehnen.

207'620



Bild 69
Arbeitsplatzleuchte.

Für Leuchtstofflampen mit konventioneller Leuchte – das verbreitetste Bürobeleuchtungsmittel – sind Lamellen- oder Rasterleuchten, aber auch direkt-indirekt strahlende Leuchten empfehlenswert.

4.2 Position des Bildschirmes

4.2.1 Spiegelungen

Die Anforderungen an die Beleuchtung, welche das Vermeiden von Spiegelungen betreffen, sind sowohl für Tageslicht (Lage der Fenster) wie auch für Kunstlicht (Lage und Anordnung der Leuchten) im Kapitel 4.1 ausführlich behandelt.

Es gibt auch bildschirmseitige Möglichkeiten, um allfälligen Spiegelungen entgegenzuwirken. Damit sind hier nicht Massnahmen an der Bildschirmoberfläche gemeint (wie sie in Kapitel 3.1 behandelt werden), sondern das Berücksichtigen der Reflexionsverhältnisse bei der Aufstellung.

Am einfachsten ist es in diesem Zusammenhang, den Bildschirm nach vorn zu neigen. Die Verstellbarkeit sollte im Bereich 88-105° gegen die Horizontale liegen.

4.2.2 Ergonomische Gesichtspunkte

Wer einen Bildschirm aufstellt, hat die Sehdistanz, die Aufstellhöhe und die Neigung zu berücksichtigen.

4.2.2.1 Sehdistanz

Wie aus den Darlegungen in Kapitel 3.1.7.4 hervorgeht, bevorzugen heute die meisten Personen Sehdistanzen zwischen 60 und 80 cm. Die Sehdistanz soll keinesfalls weniger als 40 cm (z.B. für einen 14-Zoll-Bildschirm) und nicht mehr als 90 cm (für einen 17-Zoll-Bildschirm) betragen. Beim Einsatz von sehr grossen Bildschirmen (z.B. 21 Zoll) können grössere Distanzen angezeigt sein (vgl. Kap. 4.8.2).

4.2.2.2 Aufstellhöhe

Die auf den oberen Rand des Bildschirms gerichtete normale Sehrichtung verläuft horizontal oder leicht nach unten geneigt. Eine vom Tisch unabhängige Vorrichtung zur Höhenregulierung des Bildschirmes ist wünschbar, aber nicht Bedingung. Dabei können einfache Hilfsmittel wie Kunststoffblöcke bereits zu einer befriedigenden Lösung führen (Bilder 70, 71). Ein zu hoch aufgestellter Bildschirm ist anfällig für Spiegelungen durch die Beleuchtung (Bild 72). Dies gilt auch für Bildschirme, die nach hinten geneigt sind. Wird der Bildschirm auf den Rechner gestellt, so ist er in den meisten Fällen zu hoch plaziert.

4.2.2.3 Neigung

Bildschirme mit reflektierender Oberfläche sollen senkrecht gestellt oder leicht nach vorn geneigt werden (vgl. Kap. 4.2.1). Reflexarme Bildschirme sind weniger anfällig auf störende Spiegelungen und können sogar nach hinten geneigt werden, wobei die Neigung im Idealfall mit der Hauptblickrichtung (Bildschirmmitte) einen rechten Winkel bildet.

Besonders wichtig ist die freie Bewegbarkeit des Bildschirmes auf der Arbeitsfläche. Der Bildschirm sollte ohne zusätzliche Installationen um etwa +/-10° schwenkbar sein.

207'621



207'622



Bilder 70, 71
Optimale Aufstellhöhe eines Bildschirmes. Die oben gezeigte Lösung kann helfen, die geeignete Höhe zu finden, sollte dann aber durch eine dauerhaftere Lösung wie im unteren Bild ersetzt werden.

207'623



Bild 72
Zu hoch aufgestellter Bildschirm.

4.3 Tastatur

Die Tastatur soll vom Bildschirm getrennt und frei beweglich sein, damit die gewünschte Ablagefläche (gemäss Kap. 3.2.1) geschaffen werden kann. Die Tastatur ist vor dem häufiger benützten Gerät zu plazieren, d.h. entweder vor dem Bildschirm oder vor dem Beleghalter. Dass sich die Tastatur ungewollt verschieben kann, ist zu verhindern (z.B. durch eine rutschfeste Unterlage).

Wie Tastatur, Maus und Bildschirm plaziert werden können, zeigt Bild 73.

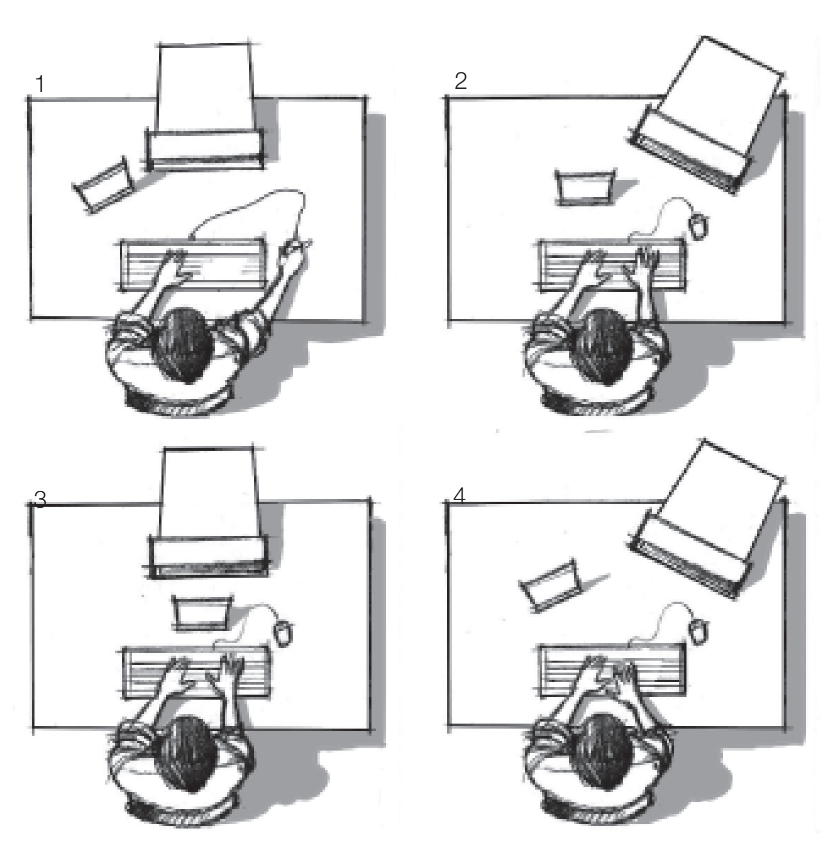


Bild 73
Anordnung der einzelnen Elemente für verschiedene Tätigkeiten.
1 vorwiegend Arbeit am Bildschirm
2 + 3 vorwiegend Arbeit mit dem Beleg
4 gemischte Tätigkeit

In neuster Zeit erscheinen wieder spezielle Tastaturen auf dem Markt, die in der Mitte abgewinkelt oder knickbar sind. Der Anwender kann mit dieser Tastatur einen optimalen Winkel zwischen Unterarm und Hand einnehmen. Die Renaissance dieser an sich alten Idee ist auf Entwicklungen in den USA zurückzuführen. Es ist allerdings fraglich, ob sich diese Bauform durchsetzen wird, muss sich doch der Benützer einer solchen Tastatur unter Umständen an völlig neue geometrische Anordnungen der einzelnen Tasten gewöhnen. So können beim Wechsel von der klassischen zu einer solchen neuen Tastatur Probleme auftreten, die die ergonomischen Vorteile wieder aufheben. Der Einsatz solch spezieller Tastaturen ist ohnehin nur für Personen sinnvoll, die das Zehnfingersystem beherrschen.

4.4 Handgelenkstütze

Ein in der Praxis vielfach bewährtes Hilfsmittel ist die Handgelenkstütze. Diese wird vor die Tastatur gelegt und erlaubt es, in Kurzpausen oder während der Eingabe von Zahlen über den getrennten Zahlenblock die Handgelenke abzustützen. Handgelenkstützen werden in den unterschiedlichsten Ausführungen angeboten und sind meist aus Kunststoff hergestellt, der mit einem hautfreundlichen Belag überzogen ist (Bild 74).

207'624



Bild 74
Unterschiedliche Handgelenkstützen.

Zur Entlastung des Handgelenks kann auch eine Mausmatte mit integrierter Handgelenkstütze eingesetzt werden.

4.5 Belege und Beleghalter

Oft wird nicht beachtet, dass der Beleg der wichtigste Belastungsfaktor bei der Bildschirmarbeit ist. Der Beleghalter muss so plaziert werden, dass er von den Augen gleich weit entfernt ist wie der Bildschirm. Von dieser Empfehlung abzuweichen ist nur dann sinnvoll, wenn z. B. schlecht lesbare oder kleingedruckte Belege gelesen werden müssen (was eigentlich nicht vorkommen sollte).

4.6 Arbeitstisch und Stuhl

Der Arbeitstisch soll verschiedene Anordnungen von Bildschirm, Tastatur und Beleghalter erlauben. Stuhl und Tisch sind der Körpergrösse des Benützers optimal anzupassen.

Alternatives Sitzen (vgl. Kap. 3.5.6) soll höchstens zur Abwechslung praktiziert werden, da sonst die Gefahr zusätzlicher gesundheitlicher Probleme besteht.

4.7 Drucker

In Kapitel 3.8 wurden die verschiedenen Druckertechnologien vorgestellt. Bei der Gestaltung eines Bildschirmarbeitsplatzes muss auch der Standort des Druckers berücksichtigt werden.

Individuelle Drucker, die ausschliesslich für den Druck von Dokumenten der entsprechenden Sachbearbeiter dienen, können in unmittelbarer Nähe des entsprechenden Arbeitsplatzes aufgestellt werden. Zu beachten ist dabei die Ausblasrichtung des Kühlgebläses.

Netzwerkdrucker, meist leistungsfähige und intensiv genutzte Laserdrucker, sollten nicht in der unmittelbaren Umgebung von Einzelarbeitsplätzen betrieben werden, sondern in nahegelegenen Nebenräumen (z. B. Gang, Archiv, Lager), wie dies z. B. für Fotokopierer auch üblich ist. Dadurch lassen sich Belästigungen durch Lärm und die bei Lasergeräten nicht zu verhindernde Wärmeentwicklung vermeiden. Zudem wird die Ozonbelastung vermieden, die bei empfindlichen Personen gelegentlich zu Augenreizungen führen kann. Heute gehören bei neuen Druckern spezielle Filter (z. B. Aktivkohlefilter), die die Ozonproduktion erheblich vermindern, zur Standardausrüstung. Eine Nachrüstung mit derartigen Filtern ist also nur bei älteren Modellen sinnvoll.

Für laute Nadeldrucker kann ein Schallschutzgehäuse eingesetzt werden, falls der Drucker aus betriebstechnischen Gründen in einem Büro betrieben werden muss.

4.8 CAD-Arbeitsplätze

Grundsätzlich gelten alle bisherigen Empfehlungen auch für CAD-Arbeitsplätze. Da es hierbei um Arbeitsplätze mit einer besonders intensiven Nutzung des Bildschirms geht, ist die Einhaltung der Empfehlungen betreffend Raumbeleuchtung und Mobiliar besonders wichtig.

4.8.1 Raumbeleuchtung

An CAD-Arbeitsplätzen wird intensive Seharbeit verrichtet. Die Anforderungen an die Erkennbarkeit des Bildschirminhalts sind hoch. Erschwerend kommt hinzu, dass als Vorlage Pläne dienen, die einen grossen Informationsgehalt mit einer meistens kleinen Zeichengrösse vermitteln. Aus diesen Gründen muss eine absolut blendfreie und gleichmässige Raumbeleuchtung vorhanden sein, die entsprechend den persönlichen Bedürfnissen eingestellt werden kann. Zur Aufhellung des Arbeitsfeldes auf der Tischfläche ist der Einsatz einer Tischlampe sinnvoll.

Da CAD-Arbeitsplätze häufig in älteren Büroräumen mit einer unbefriedigenden Raumbeleuchtung installiert werden, ist als Sofortmassnahme der Einsatz einer Indirektbeleuchtung ein gutes Mittel, die Arbeitsplätze zu verbessern (Bild 68).

Nur in Ausnahmefällen soll zur Vermeidung von Spiegelungen vor einem 21-Zoll-Bildschirm ein Filter montiert werden. Wenn

immer möglich muss der Bildschirm umplaziert oder die Beleuchtung angepasst werden.

4.8.2 Mobiliar

Da an CAD-Arbeitsplätzen grosse Bildschirme installiert sind, bedarf es auch entsprechend grosser Tische. Der Betrachtungsabstand zu einem 21-Zoll-Bildschirms soll im Bereich von 60 bis 100 cm frei wählbar sein. Dies bedingt eine entsprechende Tischtiefe oder den Einsatz einer speziellen Halterung für den Bildschirm (Schwenkarm mit entsprechender Tragkraft).

Von grosser Bedeutung ist auch die optimale Höhe des Tisches. Neuere Entwicklungen tendieren in Richtung Steharbeitsplatz, bei dem der Benützer entscheiden kann, ob er zwischendurch stehend arbeiten will. Die Höhenverstellung muss aber mühelos vorgenommen werden können, wobei die getrennte Höhenverstellbarkeit für Bildschirm und Arbeitstisch von Vorteil ist (Bild 75).

207'625



Bild 75
Moderner CAD-Arbeitstisch.

4.9 Zusammenfassung

Wie verschiedene Fachleute festgestellt haben, wird an Bildschirmarbeitsplätzen oft die zurückgeneigte Rumpfhaltung (Bild 76) bevorzugt (vgl. auch Kap. 3.7).

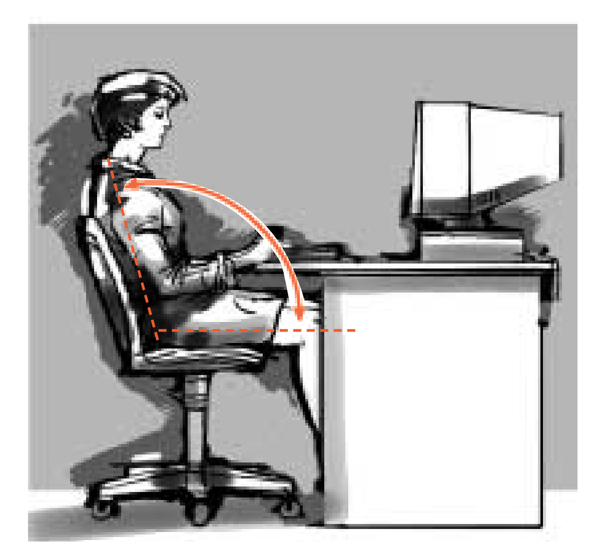


Bild 76
Bevorzugte Körperhaltung am Bildschirmarbeitsplatz.

Der Verstellbereich der einzelnen Komponenten muss sowohl dem Aufgabenbereich als auch den unterschiedlichen Körpergrössen des Personals Rechnung tragen (Bild 77).

Untersuchungen haben ergeben, dass die Körpergrösse bei 90 % der Bevölkerung innerhalb folgender Masse liegt:

- 150-172 cm bei Frauen und
- 160-184 bei Männern.

Für besonders kleine oder sehr grosse Menschen sind allenfalls besondere Massnahmen erforderlich. Das an Bildschirmarbeitsplätzen beschäftigte Personal ist über die Verstellbarkeit der einzelnen Komponenten sowie über die optimale Körperhaltung aufzuklären.

Vielfach sind Arbeitgeber ziemlich schnell dazu bereit, viel Geld in die Hard- und Software eines Systems zu investieren, ohne dabei an die elementaren ergonomischen Grundregeln zu denken. Ein guter Arbeitstisch und ein moderner Stuhl kosten bei einer Lebensdauer von 10 bis 15 Jahren nur einen Bruchteil dessen, was normalerweise in der gleichen Zeit in die EDV-Systeme investiert wird. Solche Überlegungen sollten

speziell bei Budgetberatungen angestellt werden. Häufig wird auch lange darüber diskutiert, ob zur Verbesserung der Arbeitsplatzverhältnisse einer Mitarbeiterin oder eines Mitarbeiters eine Fussstütze für 75 Franken und eine Handgelenkstütze für 20 Franken angeschafft werden soll. Überlegt man sich die Kosten der Diskussion und vergleicht man den materiellen Aufwand mit dem Stundenlohn der betroffenen Person, sind solche Diskussionen eigentlich überflüssig.

Ein von der Betriebsleitung eingesetzter sachkundiger Verantwortlicher hat die Arbeitsplätze einzurichten, deren Komponenten an die daran tätigen Personen anzupassen und Nachkontrollen vorzunehmen.



Bild 77
Verstellbarkeit der einzelnen Elemente des Bildschirmarbeitsplatzes.

5 Software

Der Begriff «Software» bezeichnet die Programme, mit denen der Computer veranlasst wird, eine gewünschte Dienstleistung zu erbringen. Eine solche Dienstleistung kann beispielsweise das Erstellen und Bearbeiten eines Textes sein. Die Beanspruchung des Benutzers durch die Arbeit am Bildschirm hängt neben der «Hardware» (Bildschirm, Tastatur, Maus) vor allem von der Software ab. Eine benutzerfreundliche Gestaltung der Software ist deshalb von entscheidender Bedeutung.

Die Software-Ergonomie hilft uns, die Benutzerfreundlichkeit einer Software sinnvoll zu gestalten und zu bewerten. Für diese Gestaltung und Beurteilung sind drei Aspekte zu berücksichtigen (Tabelle 5):

- Darstellung der Information an der Bildschirmoberfläche
- Art und Ablauf des Dialogs mit dem Computer
- die Verknüpfung von Aufgabe, Arbeitsablauf und Arbeitsorganisation mit der Software

Bildschirmoberfläche
Art und Ablauf des Dialoges
Aufgaben- und Arbeitsgestaltung

Tabelle 5
Aspekte zur Beurteilung der Benutzungsfreundlichkeit.

Das Gestaltungsdreieck (Bild 78), manchmal auch A-B-C-Modell genannt, veranschaulicht die verschiedenen Gestaltungsbereiche: Die Achse A-B ist Gegenstand von Arbeitsgestaltungsmassnahmen (vgl. auch Kap. 7); die Achse A-C ist der Bereich der Mensch-Maschine-Funktionsverteilung; bei der Achse B-C handelt es sich um die menschengerechte Gestaltung von Benutzungsoberflächen. Böse Zungen nennen dieses Dreieck manchmal auch das Bermudadreieck, weil dort ungelöste Gestaltungsprobleme auf ungeklärte Weise verschwinden, indem jeder dem anderen die Verantwortung für die Lösung zuschiebt.

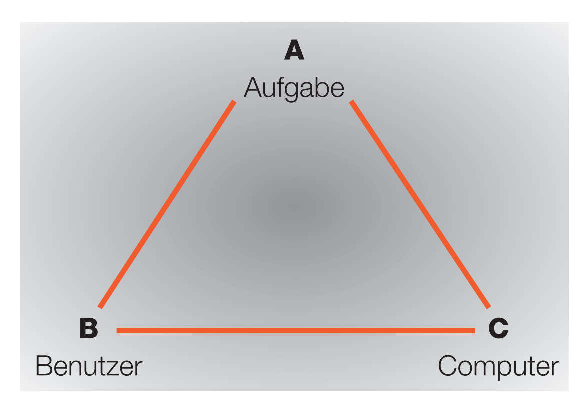


Bild 78
Das Gestaltungsdreieck:
Aufgabe (A) – Benutzer (B) – Computer (C).

Eine angemessene Gestaltung von Benutzeroberflächen hat die Bedürfnisse verschiedener Benutzergruppen zu berücksichtigen. Anfänger stehen geübten Benutzern oder gar Experten gegenüber, die ein spezielles Softwarepaket sehr gut beherrschen. Dazwischen gibt es die Gruppe der gelegentlichen Benutzer. Die heute existierende Vielfalt in der Darstellung und Gestaltung von Dialogen auch innerhalb derselben Produktlinie kann den Experten auf den Stand eines gebildeten Anfängers mit Vorkenntnissen zurückfallen lassen, wenn das Programm gewechselt wird.

Dies ist allerdings völlig anders, wenn man die inzwischen weitverbreiteten graphischen Benutzungsoberflächen (GUI: graphical user interface) verwendet (z.B. Windows, MacOS oder OS/2). Softwareprodukte, die gemäss eines dieser Oberflächenstandards entwickelt werden, haben bezüglich ihrer inneren Struktur Ähnlichkeiten und damit den Vorteil, dass die einzelnen Befehle zumindest ähnlich aufgebaut und angeordnet sind. Arbeitet man

beispielsweise mit einem bestimmten Textverarbeitungsprogramm des Herstellers XY, kann man schon nach einer kurzen Einführungszeit auch mit dem Produkt des Herstellers XX arbeiten. Zudem haben unterschiedliche Programme des gleichen Softwareherstellers vielfach praktisch identische Bedienungsfunktionen, was die Arbeit deutlich erleichtert (z. B. Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Graphikprogramm). Sie werden im Handel oft als zusammengehörige Programmpakete angeboten.

5.1 Kenntnisse

Benutzerkenntnisse lassen sich in Aufgaben- und Computerkenntnisse unterscheiden (Bild 78). Aufgabenkenntnisse umfassen die Einzelschritte eines Arbeitsvorganges und ihre Verknüpfungen untereinander. Es sind inhaltliche Kenntnisse, die in der jeweiligen betrieblichen oder beruflichen Ausbildung erworben werden. Unter Computerkenntnissen werden alle für den spezifischen Umgang mit dem Computer notwendigen Kenntnisse zusammengefasst, die keinen direkten inhaltlichen Bezug zum Arbeitsinhalt haben, wie z. B. die richtige Schreibweise eines Befehls, das Wissen über Festplatten und Hauptspeicher, die Bedienung der Maus usw.

Was die Computerkenntnisse betrifft, stellt die moderne Bürotechnik – noch – erheblich höhere Anforderungen an die Zuverlässigkeit des Gedächtnisses als der traditionelle Arbeitsplatz. Trotz des inhaltlich geringen Wertes dieses Wissens fehlt oft praktisch jede Standardisierung und Fehlertoleranz. Für jedes Programm kann – auch bei ähnlichem Inhalt – eine andere Benutzungsart vorliegen! Eine mechanische Büromaschine ist bezüglich der Benutzungsart unvergleichlich einfacher gebaut als ein modernes Textsystem mit allen Möglichkeiten der Textgestaltung. Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass Aufgabenkenntnisse lange im Gedächtnis behalten werden und schnell aktiviert werden können, während Computerkenntnisse mehr oder weniger schnell vergessen werden und der regelmässigen Auffrischung bedürfen. Die Benutzergruppen lassen sich durch verschiedene Grade an Computer- und Aufgabenkenntnissen unterscheiden (Tabelle 6).

	Anfänger	gelegentlicher Benutzer	Experte, geübter Benutzer
Kenntnisse			
semantisch	--	+	+
syntaktisch	--	-	+
Benutzermodell	--	+	++
Arbeitsweise	kleine Arbeitsschritte	mittlere bis grosse Arbeitsschritte	grosse, zusammengefasste Arbeitsschritte
Anforderungen an die Software	- kleine, überblickbare Schritte - gute, syntaktische und semantische Hilfen - graphische Unterstützung zur Entwicklung eines Benutzermodells	- gute syntaktische Hilfen - Unterstützung zur Aktivierung semantischen Wissens	- Unterstützung zur Bildung von Befehlsketten (Makros)
Benutzerunabhängige Anforderungen	Standardisierung der Syntax im Betrieb		

Tabelle 6
Charakterisierung verschiedener Benutzergruppen und daraus resultierende Anforderungen an die Software (semantisch: Sinn und Bedeutung; syntaktisch: Bau und Gliederung).
-- Kenntnisse nicht vorhanden
- Kenntnisse kaum vorhanden
+ Kenntnisse vorhanden
++ Kenntnisse ausgeprägt vorhanden

5.2 Arbeitsweise

Ein Anfänger bevorzugt kleine Arbeitsschritte und arbeitet langsam. Er benötigt häufige und ausführliche Informationen über Erfolg und Fortgang seiner Arbeit. Auf diese Weise entwickelt er lernend ein «bildliches» Modell (Systemmodell) von Funktion und Struktur der Software im Kontext seiner Arbeit. Der Experte hingegen bevorzugt grosse, komplexe und flexible Bearbeitungsschritte. Die Abfolge von Einzelschritten wird in seinem Denken zu grösseren Funktionseinheiten zusammengefasst. Wird eine solche Funktionseinheit abgerufen, so führt der Experte beim Benutzen der Funktionstasten die Einzelschritte einer solchen Abfolge automatisch aus – wie bei der Wahl einer Telefonnummer (Tabelle 6).

Auch das individuelle Benutzerprofil darf nicht übersehen werden, das durch niedrige oder hohe Motivation, einen impulsiven oder einen mehr reflektierenden Arbeitsstil, eine geringe oder eine hohe Explorationsfreude geprägt sein kann. Der individuell unterschiedliche Arbeitsstil stellt zusätzliche Anforderungen an die Flexibilität und die Anpassungsfähigkeit einer Software.

5.3 Darstellung der Information auf der Bildschirmoberfläche

5.3.1 Informationsanordnung

Die Bildschirmoberfläche mit ihrer zeitlich veränderlichen Information ist das Fenster der Software, in das der Benutzer blickt. Die Gestalt der Information an der Oberfläche bestimmt wesentlich, wie sich die Software dem Benutzer darstellt. Da der Bildschirm jeweils nur einen kleinen Ausschnitt der gesamten abrufbaren Information wiedergeben kann, findet sich der Benutzer vielfach in der Lage eines Zeitungslesers, der die Zeitung mit einer Lupe, einem Fernrohr oder durch ein Schlüsselloch liest. Deshalb braucht vor allem der Anfänger ohne tragfähiges Systemmodell zusätzliche Information, um jederzeit zu wissen, wo er sich befindet und was er alles tun kann.

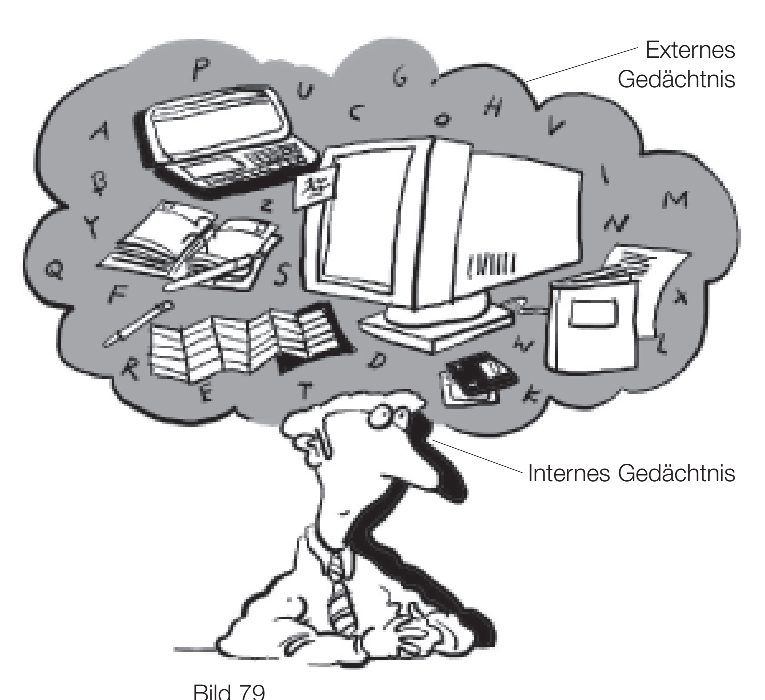


Bild 79
Aufteilung in das interne Gedächtnis des Benutzers und das externe Gedächtnis der Benutzungsoberfläche sowie weiterer Informationsspeicher.

Die Bildschirmoberfläche ist eine Art externes Gedächtnis, in dem all jene Informationen aufbewahrt werden können, die im internen Gedächtnis des Benutzers nicht jederzeit abrufbar sind (Bild 79). Das interne Benutzergedächtnis setzt sich zusammen aus dem fast unbegrenzten Langzeit- und dem Kurzzeitgedächtnis, dessen Kapazität maximal 5 ± 2 Informationseinheiten (Chunks) umfasst. Alle entscheidungsrelevanten Informationseinheiten im aktuellen Aufgabenbearbeitungsprozess, die weder im Kurzzeit- noch im Langzeitgedächtnis vorhanden sind, müssen aus dem externen Gedächtnis abrufbar sein. Damit der Benutzer diese Informationen möglichst problemlos finden kann, muss dieses entsprechend gestaltet sein. Ein wesentlicher Teil des externen Gedächtnisses ist die Bildschirmoberfläche.

Zwei sehr wichtige Aspekte einer guten Oberflächengestaltung sind die aufgabengerechte Steuerung der Aufmerksamkeit des Benutzers sowie die Grösse des Bildschirmes. Je mehr Bildschirmfläche für die Informationsdarstellung zur Verfügung steht, desto weniger Benutzungsprobleme lassen sich nach einer ausreichenden Einlernzeit feststellen.

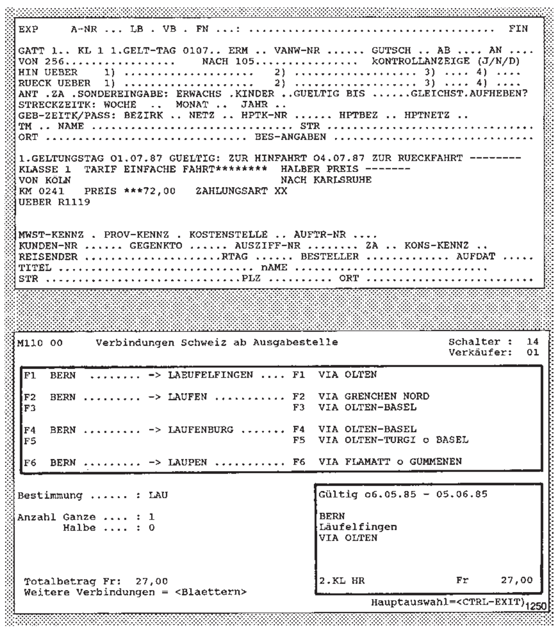
Wenn viele Informationen auf einer kleinen Bildschirmoberfläche untergebracht sind, benötigt der Benutzer zusätzlich eine gute Blickführung und Aufmerksamkeitslenkung. Die Information darf nicht unstrukturiert über die Bildschirmoberfläche verstreut sein; auch ein Text ohne Punkte und Kommas, ohne Absätze ist nur schwer lesbar. Jedem ist aus der Schule der «Wandtafel»-Effekt bekannt: Fehler, die aus grösserer Entfernung mit gutem Überblick leicht zu finden sind, bleiben dem Schüler direkt vor der Tafel verborgen.

Eine klare Gliederung der Information an der Bildschirmoberfläche wird erreicht, indem die Information blockweise zusammengefasst wird (Gruppierung). Bild 80 zeigt, dass sich der Benutzer je nach Strukturierung der Information schlechter oder besser orientieren kann. Die Gliederung von Texten mittels Absätzen und die Zusammenfassung inhaltlich zusammengehöriger Informationen in Blöcken (Gruppierung) sind Elemente einer solchen Strukturierung.

Als Richtwert für eine benutzerfreundliche Gliederung gilt die Informationsmenge, die mit «einem Blick» erfasst werden kann. Dieses Blickfeld ergibt sich aus dem Sehwinkel von etwa 5°; bei einer Sehentfernung von 50 cm entspricht dies einem Feld mit einem Durchmesser von 4-5 cm, auf dem (etwa) 15 x 7 Zeichen scharf und kontrastreich wahrgenommen werden. Die Anzahl solcher Felder sollte so gross sein, wie es der jeweilige Aufgabenbearbeitungsschritt erfordert.

Die Formierung von sichtbaren Informationsblöcken kann durch zusätzliche einfache Strukturen (Zwischenräume, Rahmen, farbige oder neutrale Hintergrundunterlegung) unterstützt werden. Zwischenräume eignen sich nur für relativ kompakte Informationsblöcke. Solche Gruppierungen sind nur dann wirksam, wenn sie aus der üblichen Sehdistanz auch bei zusammengekniffenen Augenlidern (unscharfes Bild) deutlich erkennbar hervortreten (Bild 81). Innerhalb eines Blocks ist ebenfalls für Ordnung zu sorgen. Die Nachbarschaftsbeziehungen zwischen den Zeichen werden durch ihre Gestalt und die Abstände zwischen ihnen bestimmt. Bei gesperrter Schreibweise oder ständig wechselndem Zeichensatz (kursiv, fett, normal) kann ein Block visuell nur schwer als Einheit erfasst werden. Es empfiehlt sich, Leerstellen durch Füllzeichen zu ersetzen (z. B. Punkte, die einzelne Begriffe mit der Seitenzahl in einem Index verbinden). Bei Eingabefeldern ist es von Vorteil, wenn alle Eingabestellen durch Unterstreichung gekennzeichnet sind.

Eine angemessene Gruppierung ist auch bezüglich der Feinstruktur der Oberfläche zu fordern. Die Information soll so gruppiert werden, dass sie dem Benutzer für die differenzierte Aufnahme bereits in aufgabengerechten Einheiten aufbereitet angeboten wird; diese umfassen maximal 3-4-5 alphanumerische Zeichen. Auf gewohnte Kodierungen muss Rücksicht genommen werden. Das Datum 29.02.1998 ist leichter lesbar als die Zahl 2902.1998. Dies gilt es insbesondere bei der Verwendung ausländischer Software zu berücksichtigen, bei der es zu deutlichen Abweichungen von der gewohnten Kodierung kommen kann (z. B. die umgekehrte



```
EXP     A-NR ... LB . VB . FN ...: ...................................  FIN

GATT 1.. KL 1 1.GELT-TAG 0107.. ERM .. VANW-NR ...... GUTSCH .. AB .... AN ....
VON 256................    NACH 105...............  kONTROLLANZEIGE (J/N/D)
HIN UEBER    1) ....................   2) ................... 3) .... 4) ....
RUECK UEBER  1) ....................   2) ................... 3) .... 4) ....
ANT .ZA .SONDEREINGABE: ERWACHS .KINDER ..GUELTIG BIS ......GLEICHST.AUFHEBEN?
STRECKZEITK: WOCHE  ..  MONAT ..  JAHR ..
GEB-ZEITK/PASS: BEZIRK .. NETZ .. HPTK-NR ...... HPTBEZ .. HPTNETZ ..
TM .. NAME .............................. STR ..............................
ORT .............................. BES-ANGABEN ..............................

1.GELTUNGSTAG 01.07.87 GUELTIG: ZUR HINFAHRT 04.07.87 ZUR RUECKFAHRT --------
KLASSE 1  TARIF EINFACHE FAHRT********  HALBER PREIS -------
VON KÖLN                                NACH KARLSRUHE
KM 0241   PREIS ***72,00   ZAHLUNGSART XX
UEBER R1119


MWST-KENNZ . PROV-KENNZ . KOSTENSTELLE .. AUFTR-NR ....
KUNDEN-NR ...... GEGENKTO ...... AUSZIFF-NR ........ ZA .. KONS-KENNZ ..
REISENDER .....................RTAG ...... BESTELLER ............ AUFDAT .....
TITEL ............................. nAME ..............................
STR ............................PLZ .......... ORT .........................
```

```
M110 00     Verbindungen Schweiz ab Ausgabestelle              Schalter :  14
                                                                Verkäufer:  01

F1  BERN  ........ -> LAEUFELFINGEN .... F1  VIA OLTEN

F2  BERN ......... -> LAUFEN ........... F2  VIA GRENCHEN NORD
F3                                       F3  VIA OLTEN-BASEL

F4  BERN ......... -> LAUFENBURG ....... F4  VIA OLTEN-BASEL
F5                                       F5  VIA OLTEN-TURGI o BASEL

F6  BERN ......... -> LAUPEN ........... F6  VIA FLAMATT o GUMMENEN

Bestimmung ...... : LAU                  Gültig o6.05.85 - 05.06.85

Anzahl Ganze .... : 1                    BERN
       Halbe .... : 0                    Läufelfingen
                                         VIA OLTEN


 Totalbetrag Fr:  27,00                  2.KL HR              Fr     27,00
 Weitere Verbindungen = <Blaettern>
                                              Hauptauswahl=<CTRL-EXIT)
```

1250

Bild 80
Masken unterschiedlicher Strukturierung für das Ausstellen einer Fahrkarte.
Oben: Unstrukturiert, inhaltlich und optisch wenig geordnet, überflüssige Information.
Unten: Strukturiert, inhaltlich und optisch geordnet, keine überflüssige Information.

Bild 81
Blick- und Aufmerksamkeitslenkung beim Erstellen einer Fahrkarte durch inhaltlich begründete Blockbildung.
Oben: Keine optische Blockbildung, da die zusammengehörigen Informationen durch zuviel Zwischenraum getrennt sind.
Unten: Verbesserung durch Rahmung der funktionellen Blöcke. Das Informationsfeld (oben) und das Ergebnisfeld mit der Fahrkarte (rechts unten) sind deutlich voneinander getrennt.

Bedeutung von Punkt und Komma bei Zahlendarstellungen im angloamerikanischen Sprachraum).

Bei der Benutzung verschiedener Oberflächen (Bildschirm, Papier) ist sowohl bei graphischer als auch bei alphanumerischer Information auf die genaue Kompatibilität der Layoutstruktur zu achten. Dies erleichtert die Blickführung und entlastet das Kurzzeitgedächtnis. Ein eingesparter Such- oder Wahlvorgang bedeutet weniger Fehler (Qualität) und höhere Arbeitsgeschwindigkeit (Quantität) sowie geringere Beanspruchung (Stress).

5.3.2 Kodierung

Eine wesentliche Rolle für die Aufbereitung der Information spielt die Kodierung (Verdichtung). Kodierung erweist sich immer dann als vorteilhaft, wenn ein mit dem Problem vertrauter Benutzer komplexe Informationen kompakt mit einem Blick erfassen soll. Die Kodierung spielt im täglichen Leben eine bedeutende Rolle. Man denke nur an die grosse Zahl von Piktogrammen im öffentlichen Verkehr (Verkehrszeichen). Eine weitere häufige Form der Kodierung ist die Verwendung von Kürzeln, die Texte oder Gespräche für den Fachfremden häufig unverständlich machen.

Kodierungskategorien		Elemente (Beispiele)	maximale Elementezahl
differenzierte Informations-übertragung	Ziffer	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	10
	Buchstabe	a b c ... A B C...	52
Aufmerksam-keitslenkung, Informations verknüpfung	Kontrast	Leuchtdichtestufen	2
	Helligkeit		2
	Orientierung	Winkel ohne Vergleich	8
	Position	links oben, rechts unten, ...	9
	Grösse		3
	Farbe	rot, grün, blau, ...	6
	Lautstärke	sehr leise, ... , sehr laut	7
	Klangfarbe	sanft, ... , schrill	9
	Klangtypen	boing, beep, ...	40
komplexe Kodierung	Linie	...., ____, -.-.-.-., ----	4
	Textur	Schraffur, Punktierung, ...	3
	abstrakte Form	Kreis, Rechteck, ...	3-9
	konkrete Form	Karteikasten, Klemmbrett	10-20
	Piktogramm	Papierkorb-Ikon, ...	20-40
	3D-Darstellung	perspektivische Darstellung	10-20
	Animation	Videoclip	1-2

Tabelle 7
Zusammenstellung von Kodierungen verschiedener Kategorien.

Um die Aufmerksamkeit des vorinformierten Schnellesers auf einzelne Wörter oder Aussagen in einem Text zu richten, können diese ebenfalls durch Kodierung hervorgehoben werden (kursiv, fett, unterstrichen, farbig). Der Leser muss dann nicht die gesamte Information Wort für Wort lesen. Die Übertragungssicherheit ist jedoch begrenzt. In der Eile wird eine wichtige Zusatzinformation eventuell übersehen. Da in der Software viele Befehle (Funktionen) enthalten sind, da eine zu kleine Bildschirmoberfläche wegen ihrer beschränkten Grösse tendenziell mit Information überfüllt ist und da der Computer eine aufgaben- oder auch benutzerspezifische Kodierung erlaubt, spielt die Kodierung bei der Bildschirmarbeit eine ausserordentlich wichtige Rolle; sie muss deshalb in jede Evaluation einbezogen werden.

Jeder Kode, auch das sogenannt selbsterklärende Piktogramm, muss erlernt werden und führt zu einem spezifischen Expertenwissen. Es ist daher ausserordentlich wichtig, Kodierungen in Übereinstimmung mit der Benutzererwartung (kompatibel) und gleichbleibend (konsistent) zu verwenden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Benutzererwartung in den seltensten Fällen mit derjenigen des fachkundigen Programmierers oder der eigenen «Experten»-Erwartung übereinstimmt.

In Tabelle 7 sind einige Kodierungskategorien mit Beispielen der zugehörigen Elemente dargestellt. Die einzelnen Elemente derselben Kategorie können nur zeitlich nacheinander erfasst werden, entsprechend hoch ist die Verarbeitungszeit. Elemente aus unterschiedlichen Kategorien hingegen – z. B. Farben (rot, grün, blau) und Zeichen (x, y, z) – werden gleichzeitig, also zeitsparend wahrgenommen und eingeordnet: Die Form eines Piktogramms wird also gleichzeitig mit seiner jeweiligen Farbe erfasst und damit auch die den Kodierungen zugewiesenen Bedeutungen.

Besonders geeignete Kodierungen zur Benutzerführung (Aufmerksamkeitslenkung) sind die Positions-, die Farb- und die Bewegungskodierung. Dabei sollte, wenn immer möglich, der Position gegenüber der Farbe der Vorrang eingeräumt werden. Das Anwendungsgebiet der Farbe liegt vor allem im graphi-

schen Bereich. Sie sollte stets zusätzlich zu einer anderen Kodierungskategorie (z. B. Graustufen) verwendet werden. Die Farbkodierung hat mit dem Aufkommen der Farbbildschirme wesentlich an Bedeutung gewonnen. Über die Verwendung von Farbkodierungen sollten Fachleute entscheiden, da die auf Farbgestaltung beruhende «Ästhetik des schnellen Überblicks» täuschen kann und ihren sinnvollen Wirkungen auch schädliche gegenüberstehen. Insbesondere gilt es bei den Farbkodierungen folgende Punkte zu beachten:

Gut unterscheidbare Farben verwenden.
Grosse Farb- und Helligkeitsunterschiede wählen.
Der Helligkeitsunterschied benachbarter Farbfelder muss grösser als 20 cd/m2 sein.
Ausreichenden Leuchtdichtekontrast (1 : 6, 6 : 1) wählen. Eine exakte Farbidentifikation ist nur für grosse Felder möglich.
Nur auf «neutralem» Hintergrund tritt keine Farbverfälschung auf.
Gesättigte Blautöne vermeiden.
Nachbarschaft extremer Farben vermeiden (rot/grün, blau/gelb, rot/blau).
Die Verwendung von mehr als 4-6 Farben macht eine Vergleichspalette erforderlich.
Konventionen der Farbkodierung beachten (rot: Gefahr; gelb: Warnung).
Farben können die Aufmerksamkeit erregen, aber auch ablenken.
Farbfehlsichtige unterscheiden weniger Farben (Rot-Grün-Verwechslung).

Tabelle 8
Regeln für die Verwendung von Farbe als Kodierungselement.

Praktisch jede Art von Bewegung eines ausreichend grossen Objektes im Blickfeld des Benutzers erzwingt eine Aufmerksamkeitszuwendung. Falls jedoch das bewegte Objekt zu klein ist oder gar nicht visuell dargestellt werden kann (z. B. verborgene Hintergrundprozesse), empfiehlt sich eine Geräusch- oder Klangkodierung.

Tabelle 9 fasst einige wesentliche Anforderungen an eine benutzungsfreundliche Darstellung der Information an der Bildschirmoberfläche zusammen.

Struktur der Oberfläche	– deutlich erkennbare Gliederung in entsprechend grosse Felder – maximaler Durchmesser eines Feldes: 4-5 cm (bei 50 cm Sehentfernung und einem Sehwinkel von 5°)
Gruppierung	– maximal 3-4-5 alphanumerische Zeichen – Zeilenabstand 2-3° (0,035-0,05 x Zeilenlänge [mm]) – alle aktuellen, aufgabenbezogenen Informationen, die der Benutzer nicht im Kopf behalten kann
Kodierung	– Begrenzung der Zahl der Elemente einer Kategorie – Farben sollten immer zusammen mit anderen Kodierungsarten (z. B. Textur) eingesetzt werden, um farbfehlsichtige Benutzer nicht zu benachteiligen – deutliche und auffällige Kennzeichnung des aktiven Arbeitsbereiches (z. B. durch Hervorhebung des aktiven Fensters, blinkenden Cursor usw.)

Tabelle 9
Zusammenfassung der wichtigsten Kriterien für die Beurteilung der Informationsdarstellung an der Bildschirmoberfläche.

5.4 Dialoggestaltung

5.4.1 Interaktionsformen

Der Dialog zwischen Computer und Benutzer kann sehr verschieden ablaufen. Einerseits gibt es die kommandobasierte Oberfläche mit ihren Befehlen, welche zunächst vom Benutzer vollständig erlernt werden müssen. Es gibt aber auch die relativ frei gestalt- und manipulierbaren Oberflächen im Textsystem (z.B. Desktoppublishing; gleichzeitiges Layout von Bildern und Texten) mit intelligenter Unterstützung durch den Rechner (Korrekturprogramme).

5.4.1.1 Kommando

Die wohl älteste zur Zeit noch eingesetzte Interaktionsform ist die Kommandooberfläche (einschliesslich Tastenkombinationen und Softkeys). Kommandos sind einzelne Befehle, die einem Funktionsschritt der Software zugeordnet werden. Um beispielsweise ein gekennzeichnetes Informationsstück zu löschen, wird eine Spezialtaste gedrückt, das Wort «Löschen» oder nur «L» eingegeben. Programme mit Kommandooberflächen sind der intensiv zu erlernenden Software zuzurechnen, sie erfordern in der Regel hohen Trainings- und Schulungsaufwand. Verständlichkeit und Inhalt müssen einzeln von Programmpaket zu Programmpaket geprüft werden («Q» kann z.B. je nach Programm ein Programmende mit oder ohne Speicherung darstellen).

Kommandooberflächen weisen ein Maximum an interaktiver Flexibilität auf und beschleunigen daher für den Experten den Programmablauf, erhöhen aber auch die Fehlergefahr bei der funktionellen Bildung von Kommandoketten (Makros), die im motorischen Gehirn des Benutzers als Bewegungsmuster abgelegt sind. Makros, wie die Wahl einer Telefonnummer, laufen – einmal angestossen – weitgehend automatisch ab. Somit reicht die Möglichkeit, nur einen einzigen Befehl zurücknehmen zu können («undo»-Taste), für den Experten nicht aus, da dieser mit wachsender Erfahrung zunehmend in «automatisierten» Befehlsketten denkt und arbeitet. Hilfreich ist hier die Möglichkeit, sich in der eigenen Dialoghistorie beliebig rückwärts bewegen zu können.

Vorteil:
Im Kommandomodus hat der Benutzer den grösstmöglichen direkten Zugang zu allen Funktionen und Abläufen.

Nachteil:
Der Benutzer hat keine ständige Feedback-Information über alle vorhandenen Funktionen bzw. Befehle.

5.4.1.2 Formblatt

In dieser einfachsten, aber weitverbreiteten Anwendung wird der Computer ähnlich wie ein traditioneller Automat bedient, der auf die Eingabe strukturierter Information durch den Benutzer mit der Ausgabe eines Ergebnisses reagiert. «Elektronische Formblätter» verlangen bei geringen Computer- und Aufgabenkenntnissen nur ein Minimum an Einarbeitungszeit für ihre Bedienung. Das Formblatt mit seiner nur schwach entwickelten Dialogfähigkeit eignet sich vor allem dort, wo der Benutzerkreis schnell wechselt (z.B. öffentlich zugängliche Orte). Elektronische Karteikarten in Bibliotheken oder Fahrkarten aus elektronischen Schaltergeräten sind typische Beispiele für den Einsatz von Formblättern.

5.4.1.3 Menü

Eine für den Anfänger und den gelegentlichen Benutzer einfachere Form der Manipulation ist das Menü. Dem Benutzer wird in Form einer «Speisekarte» eine Auswahl möglicher Aktivitäten angeboten. In einer Zeile wird jeweils der Inhalt eines Programmschrittes umschrieben. Durch Eingabe eines Codes (Zahl oder Buchstabe) oder Bewegung des Cursors von Zeile zu Zeile kann die Ausführung eines gewünschten Programmschrittes veranlasst werden. Eine Grenze wird durch das verfügbare Fenster auf dem Bildschirm gesetzt. Wenn das Menüfenster die aktuelle Arbeitsfläche auf dem Bildschirm verdeckt, wird der direkte Bezug zum eigentlichen Objekt der Arbeit unterbrochen (Bild 82). Die zeitlich gestaffelte Abfolge von Arbeits- und Menüoberfläche stört den Arbeitsfluss und belastet das Kurzzeitgedächtnis. Fast immer müssen mehrere Ebenen eines Menübaumes vorwärts und rückwärts durchlaufen werden. Somit ist das Menü mit seiner Vielzahl nach-

einander zu durchlaufender Befehlsstufen besonders beim Übergang von einem Menüzweig zum anderen speziell für den Experten schwerfällig. Schwierigkeiten ergeben sich häufig dadurch, dass der Benutzer unter Umständen eine Menüfunktion in einem falschen Ast sucht, weil sein Systemmodell nicht mit dem des Programmierers übereinstimmt.

Vorteil:
Alle Funktionen sind durch sichtbare Interaktionspunkte (z. B. Piktogramme oder Menüoptionen) auf dem Bildschirm gekennzeichnet.

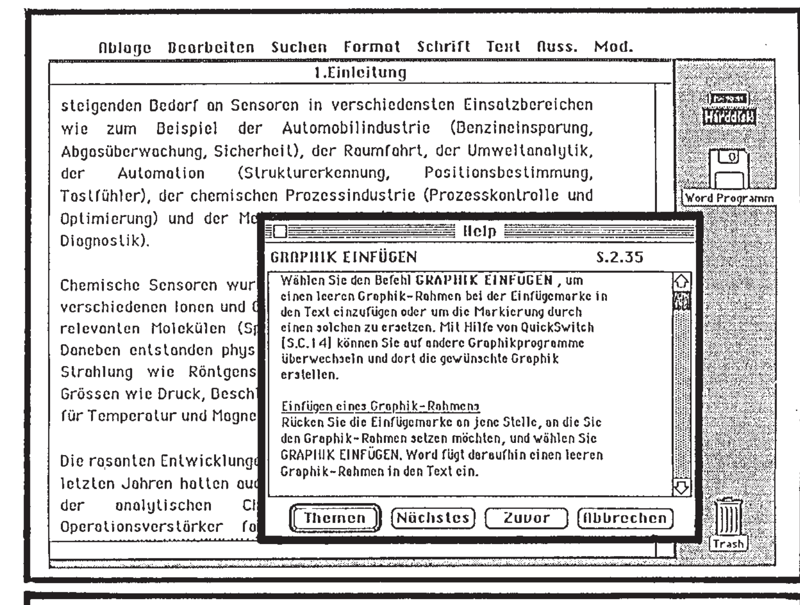
Nachteil:
Das Aufspüren einer benötigten Funktion in einem schwer zugänglichen Menü ist äusserst mühsam.

5.4.1.4 Desktop

Um besonders bei Anfängern die Akzeptanz zu heben, hat man sich schon früh Gedanken gemacht, wie die «Spontaneität» des Benutzers in die Kommunikation einbezogen werden könnte. Das erste ergonomisch begleitete Experiment in dieser Richtung war ein graphisch orientiertes Textsystem (XEROX STAR). Heute ist eine Weiterführung der Idee bei den Macintosh- und Windows-Oberflächen weit verbreitet.

Eine Desktopoberfläche zeichnet sich dadurch aus, dass die allgemeinen Bearbeitungsfunktionen entweder in den Pull-down-Menüs oder in einprägsamen Piktogrammen auf dem Desktop zur Auswahl angeboten werden. Um die Manipulation auszuführen, wird der Cursor auf das gewünschte Feld der Bildschirmoberfläche geführt und der Befehl mit Tastendruck aktiviert. Typisch für eine Desktopoberfläche ist die Pull-down-Menüleiste am oberen Bildschirm- oder Fensterrand.

Die Weiterentwicklung der Desktopoberfläche führt zu noch stärker direktmanipulierbaren Oberflächen, welche manchmal auch objektorientierte Oberflächen genannt werden. Bei diesem Oberflächentyp werden die einzelnen Funktionen über Pop-up-Menüs direkt an den Objekten (Piktogrammen) ausgelöst (vgl.



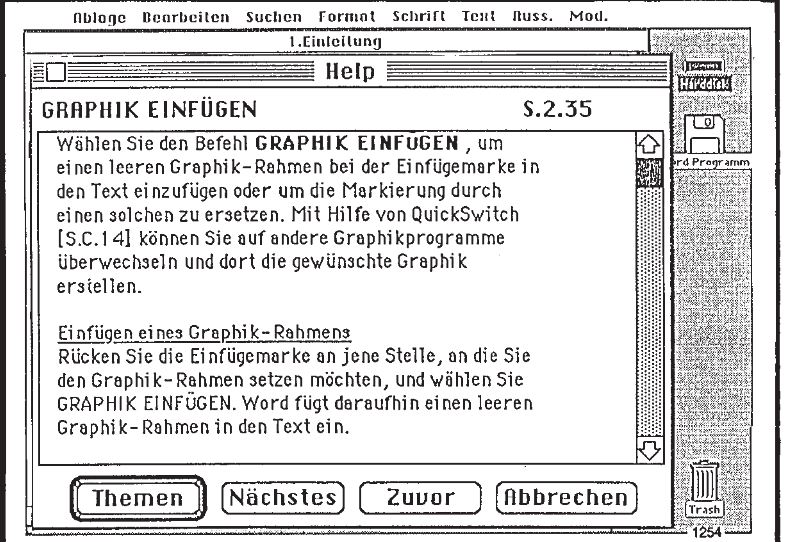


Bild 82
Beim Öffnen eines oder mehrerer zusätzlicher Fenster (z. B. für ein weiteres Programm, einen zusätzlichen Arbeitskontext, Hilfstext usw.) soll der direkte Bezug zum bisherigen Arbeitsobjekt soweit wie möglich erhalten bleiben.
Oben: Der Bezug zwischen dem eingeblendeten Hilfstext und dem ursprünglichen Arbeitsobjekt (Text) bleibt erhalten.
Unten: Das Arbeitsobjekt (Text) wird durch die Hilfsfunktion fast vollständig verdeckt. Das Kurzzeitgedächtnis wird unnötig beansprucht.

Bild 83). Das in Bild 83 eingekreiste Objekt wird «vernichtet», indem es mit dem Finger (Touchscreen) oder mit einem Cursor angesteuert und mit der Maustaste aktiviert und direkt sichtbar entlang einer beliebigen Linie (—-) in den «Papierkorb» bewegt wird.

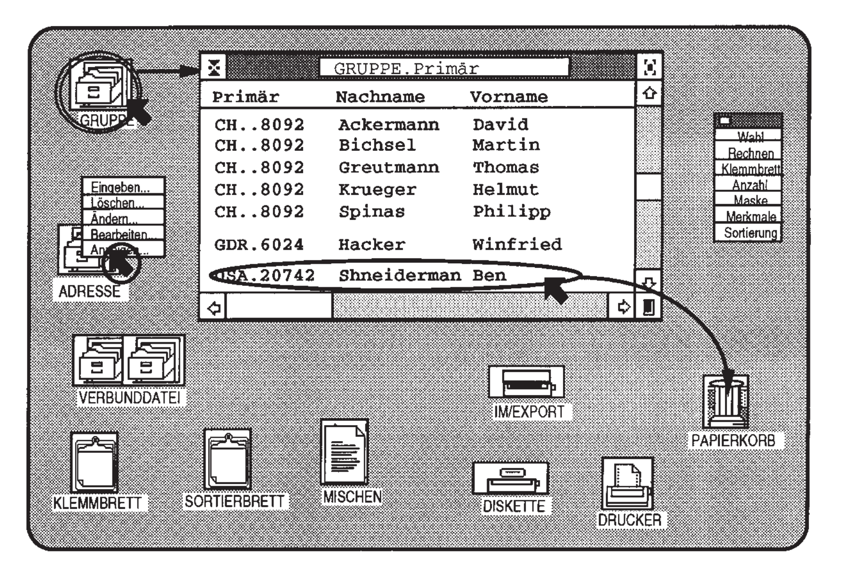


Bild 83
Drei Beispiele für eine direkte Manipulation von Arbeitsobjekten mit der Maus.
- Klick bzw. Doppelklick auf das Ikon «GRUPPE» öffnet das Fenster mit dem Namen «GRUPPE.Primär».
- Klick auf das Ikon «ADRESSEN» öffnet das Pop-up-Menü mit allen Funktionen.
- Mit gedrückter Maustaste wird der Datensatz «USA.20742 Shneiderman Ben» zum Löschen in den Papierkorb verschoben.

Das Bild funktioniert also ähnlich wie eine Funktionstaste auf der Tastatur, die alphanumerisch oder graphisch (Piktogramm) beschriftet ist. Mit einem Tastendruck kann entweder die gewünschte Funktion direkt aktiviert oder ein anderes Pull-down- bzw. Pop-up-Menüfeld eröffnet werden. Nach dem Öffnen eines neuen Menüfeldes erfolgt die Wahl der Bearbeitungsfunktion auf die gleiche Weise wiederum durch Direktmanipulation mit der Maus. Der Bezug zum Arbeitsfeld geht nicht verloren, solange es nicht vom neu entstehenden Objekt (Menü, Dialogbox oder Fenster) verdeckt wird.

Die den Funktionen zugeordneten Piktogramme sind nur dann selbsterklärend, wenn sie auch mit einer zusätzlichen Bezeichnung (Label) versehen sind. Der Übungs- und Lernprozess wird somit durch ein ständig präsentes Angebot aller Funktionen und durch eine hohe Übereinstimmung mit dem «täglichen Leben» gefördert. Für Experten kann diese Art der mausbasierten Manipulation langsamer als diejenige mit Kommandos (Tasten) sein. Daher empfiehlt es sich, zu jedem Menüfeld zusätzlich ein eigenes Tastaturkürzel (z.B. CRTL-S für «Speichern») anzubieten. Um die Flexibilität des Dialogablaufes nicht unnötig zu begrenzen, empfiehlt es sich, so wenig wie möglich Dialogboxen mit nur wenigen Dialogknöpfen (Dialogbuttons) einzusetzen.

Eine mausbasierte Oberfläche stellt generell bedeutend höhere Anforderungen an die Motorik der Hand. Dies muss besonders bei älteren Benutzern und bei motorischer Behinderung in Betracht gezogen werden. Auch Sehbehinderte müssen diese primär graphische Dialogform nachteilig erleben.

Vor- und Nachteile einer mausbasierten Desktopoberfläche sind in Tabelle 10 zusammengestellt.

5.4.1.5 Direktmanipulation

In all diesen traditionellen Interaktionsarten kann der Benutzer keine realen Objekte in ein- und demselben Interaktionsraum mit den virtuellen, elektronischen Objekten mischen. Sie berücksichtigen auch nicht die zahlreichen Möglichkeiten, mit denen die menschliche Hand mit realen und virtuellen Objekten umgehen kann. Dieser Gesichtspunkt ist einer der Gründe für die Entwicklung von neuartigen, im wahrsten Sinne des Wortes direktmanipulierbaren Oberflächen (z.B. Datenhandschuh für die Kommunikation in einem Virtual-Reality-System). Ein derartiges System unterstützt eine Mischung von realen und virtuellen Objekten im Interaktionsraum zwischen Mensch und Computer. Die Computereingabe erkennt (über visuelle, akustische oder andere Sensoren) und versteht die physischen Objekte und Gebärden der Leute, die sich möglichst natürlich bei ihrer täglichen Arbeit verhalten (z.B. Sprach- und/oder handschriftliche Eingabe).

5.4.2 Dialogablauf

Der Dialogablauf eines Programms muss benutzungsfreundlich sein! Ist diese Forderung nicht erfüllt, so hat der Benutzer Schwierig-

keiten, fühlt sich von der Maschine oder dem Programmierer schikaniert. Manchmal lernt der Benutzer im Laufe der Zeit auch ausserordentlich umständliche, seinen spezifischen Bedürfnissen kaum angepasste Software erfolgreich anzuwenden. Je mehr inhaltliche Vorteile ein Programm für eine spezielle Problemlösung anbietet, desto eher sind Benutzer bereit, auch einen umständlichen Dialogablauf in Kauf zu nehmen. Damit dies nicht zur Regel wird, empfiehlt es sich, die folgenden Gestaltungshinweise zu berücksichtigen.

Alle Funktionen eines Programms dienen dazu, ein Arbeitsobjekt – z. B. eine Konstruktionszeichnung, einen Text, eine Karteikarte – zu bearbeiten. Der direkte Kontakt zu diesem Arbeitsobjekt sollte nicht verlorengehen. Alle Bildschirmmasken, die das aktuelle Arbeitsobjekt völlig zudecken und sich noch nicht einmal verschieben lassen, behindern den Arbeitsablauf bzw. können ihn vollständig zum Erliegen bringen (der sogenannte «interaktive Deadlock»). Die moderne Fenstertechnik bietet die Möglichkeit, alle weiterhin entscheidungsrelevanten Informationen des Arbeitsobjektes beim Aufruf von Hilfsfunktionen mit eigenen Masken präsent zu halten.

5.4.2.1 Verzweigungsstruktur

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, ein Programm zu beurteilen. Die bequemste ist die Beurteilung aufgrund der Anzahl der möglichen Funktionen, die der Benutzer anwenden kann. Wenn man jedoch bedenkt, dass, gemäss Feldstudien, in der Praxis nur etwa 20-30 % der Möglichkeiten eines Programms genutzt werden, erweist sich eine Beurteilung nach quantitativen Kriterien als nicht sinnvoll, zudem unter Umständen als sehr kostenintensiv.

Am Beginn hat besser eine Arbeitsanalyse zu stehen, bei der abzuklären ist, welche Ziele mit dem Programm erreicht werden sollen. Dann sollte geklärt werden, in welchen Arbeitsschritten der Benutzer diese Ziele erreichen will oder soll. Zu wenige Schritte schränken die Flexibilität ein, zu viele behindern den Arbeitsfluss. Nach diesen Abklärungen kann das Programm auf seine benutzerfreundliche Gestaltung hin untersucht werden.

Vorteile	Probleme
Anfänger lernen die Grundfunktionen nach kurzer Einführung schneller.	Der Benutzer muss die Bedeutung verschiedener Piktogramme erlernen.
Der gelegentliche Benutzer kann sich durch den hohen Grad an Wiedererkennung leicht in die Benutzung hineinfinden.	Graphiken ohne zusätzliche Benennung können doppeldeutig sein und mit bekanntem Wissen interferieren.
Fehlermeldungen des Systems bei syntaktisch falschen Eingaben kommen selten vor.	Der Aufbau der Graphik kann unnötig Zeit in Anspruch nehmen.
Der Benutzer erhält unmittelbare Rückmeldung über die Wirkung seiner Aktionen.	Graphiken benötigen Platz auf dem Bildschirm, der manchmal zu knapp sein kann.
Da der Benutzer das System schnell «durchschaut», weniger Fehleingaben begeht und diese meistens leicht wieder rückgängig machen kann, werden Berührungsängste bald abgebaut.	Wechsel der Hand zwischen Maus und Tastatur kann behindernd sein.
Die Reaktionen des Systems sind meistens vorhersehbar.	
Desktopoberflächen sind flexibel in ihrer Dialogstruktur.	

Tabelle 10
Vor- und Nachteile einer Desktopoberfläche.

In jedem grösseren Programm muss zur besseren Ordnung und Übersicht für den Benutzer, der eine Modellvorstellung (Systemmodell) von der Arbeitsweise des Programms entwickeln soll, eine gestaffelte Struktur der Befehle eingeführt werden. Diese Dialogstruktur muss bei den meisten Programmen erlernt werden. Für Textsysteme könnte es beispielsweise eine Ordnung aller Befehle nach ihrer Zugehörigkeit zu Oberbegriffen wie Texterstellung, Textspeicherung, Textlayout, Textkorrektur sein. Die Ordnung der Befehle bestimmt ganz erheblich die Kosten für die Einführung eines Systems und die Kosten für die Einarbeitung neuer Mitarbeiter. Bei der Beurteilung eines Programms darf die Art der Verzweigungen innerhalb der Befehlshierarchie (Verzweigungsstruktur) nicht vernachlässigt werden. Die verwendeten Kurzbegriffe sollten der gewohnten Terminologie entsprechen, dürfen sich aber keinesfalls in ihrer Bedeutung überschneiden. Auf diesem Sektor herrschen heute vielfach noch der Zufall und der Einfallsreichtum der Programmierer vor. Die Reihenfolge der Befehle muss dem Benutzer klar sein und hat sich am Ablauf der Arbeit zu orientieren. Der Benutzer

sollte nicht einer programmtechnisch bedingten Reihenfolge des Programms, der Sicht des Programmierers, folgen müssen. Für den Anfänger muss ein sinnvoller und als solcher erkennbarer Standardvorschlag in jedem Menüast vorgesehen sein, von dem aus er das Labyrinth möglicher Seitenwege erobern kann.

Die Möglichkeit einer benutzungsorientierten Gestaltung der Befehlsketten (Makros) erleichtert die Konstruktion aufgabengerechter Verzweigungsstrukturen. Dieser Aspekt ist in jedem Fall bei der Beschaffung eines Programms in Betracht zu ziehen, wenn man davon ausgeht, dass in einem komplexen, modernen Textsystem im Einzelfall nur ein Bruchteil aller Möglichkeiten ausgeschöpft wird.

Fortgeschrittene und Experten bevorzugen in der Regel eine grosse Menübreite mit einer geringen Menütiefe und einer Vielzahl gleichgeordneter Befehle, während Anfänger eine geringe Menübreite mit vielen untergeordneten Ebenen, d.h. eine grosse Menütiefe, vorziehen.

5.4.2.2 Bedeutung des aufgabenspezifischen Systemmodells

Der Benutzer muss möglichst schnell einen Überblick über die aufgabenspezifischen Anwendungsfunktionen, die innere Logik seines Programms, bekommen. Je besser die innere Logik des Programms mit seiner Vorstellung übereinstimmt, um so besser wird er jederzeit die folgenden Fragen beantworten können:

- Wo innerhalb des Programms bin ich?
- Was kann ich hier tun?
- Wie kam ich hierher?
- Wohin kann ich gehen?
- Wie komme ich dorthin?

Graphisch gut gestaltete Unterrichtsmaterialien unterstützen den Aufbau eines aufgaben- und nicht bloss programmorientierten Systemmodells.

5.4.2.3 Benutzerunterstützung

Jeder Benutzer wird früher oder später an einen Punkt gelangen, wo er nicht mehr weiter weiss, oder ihm wird ein Fehler unterlaufen. Zu einem benutzungsfreundlichen Programm gehört es, dass er gerade in diesen Fällen nicht allein gelassen wird, sondern problembezogene Unterstützung erhält. Diese kann auf dem Bildschirm erfolgen oder über ein Handbuch, auf das beim Auftreten einer Anfrage oder eines Fehlers verwiesen wird. Die Beziehung zum eigentlichen Problem darf dabei nicht verlorengehen. Ein ständiger Wechsel zwischen Information und Arbeitsobjekt behindert die Fehlerkorrektur.

Zu jedem Programm gehört deshalb eine gute Dokumentation und eine verständliche Hilfestellung beim Auftreten von Fehlern. Das System muss dem Benutzer von sich aus oder auf Anfrage beim Auftreten von Fehlern eine Antwort auf die dringendsten Fragen geben, die lauten:

- Wo bin ich?
- Wie korrigiere ich meinen Fehler?
- Wie geht es weiter?

Die Beantwortung dieser Fragen ist eigentlich die schwierigste Aufgabe für den Programmierer, der eine Benutzungsoberfläche gestaltet. Überlegungen hierzu müssten daher grundsätzlich am Anfang des Gestaltungsprozesses stehen. Dieses Gestaltungsproblem kann allerdings nur in enger Verbindung zur Arbeitsaufgabe des Benutzers gelöst werden. Die Dialoge zur Fehlerbehebung müssen folgende Eigenschaften aufweisen (Tabelle 11):

unverschlüsselt, fehlerspezifisch und präzise
konstruktiv und lösungsorientiert (z.B. Lösungsvorschläge)
positive, stimulierende Wortwahl
benutzer- und aufgabenangepasste Wortwahl
gestaffelte Abfolge: Antwort in Stufen vom Allgemeinen zum Speziellen
gleichbleibend in grammatikalischer Form, Terminologie und in der Verwendung von Abkürzungen
gleichbleibend im Format
keine Verdeckung des Problems auf dem Bildschirm

Tabelle 11
Notwendige Eigenschaften einer Fehlermeldung.

5.4.2.4 Antwortzeit

Lange Antwortzeiten sind nach wie vor ein Problem im Dialog mit einem Rechner. Feldstudien haben ergeben, dass in Grosssystemen noch immer Antwortverzögerungen von über 4 Sekunden üblich sind. Das befragte Personenkollektiv akzeptierte aber nur Antwortzeiten von weniger als 1 Sekunde. Solche über 5 Sekunden wurden als störend beurteilt.

Bei näherer Betrachtung stellen sich die Anforderungen an die Antwortzeit allerdings differenzierter dar. Die Art der Tätigkeit beeinflusst zusätzlich die tolerierte Antwortzeit. Bei eher mechanischen Tätigkeiten darf der Arbeitsrhythmus des Benutzers nicht behindert werden. Für Editierbefehle in Textsystemen wird eine kürzere Antwortzeit (0,3-0,5 Sekunden) erwartet als für Befehle, mit denen Speicheroperationen ausgeführt werden, welche immer einen gewissen Arbeitsabschluss bedeuten (0,6-0,8 Sekunden). Bei einfachen Aufgaben steigt die Fehlerrate mit der Antwortzeit. Bei komplexeren Aufgaben ist ein U-förmiger Verlauf der Fehlerrate zu erwarten: Sehr kurze Antwortzeiten verleiten zu flüchtiger Arbeit, und lange Zeiten behindern den individuell bestimmten Arbeitsfluss – höhere Fehlerraten und Frustrationsgefühle sind das Ergebnis. Die optimale Antwortzeit ist für Experten niedriger anzusetzen als für Anfänger und gelegentliche Benutzer.

5.5 Bewertung und Evaluation

5.5.1 Inhaltliche Beurteilungskriterien

Für den Benutzer soll die Software ein hilfreiches Werkzeug zur Erfüllung seiner Arbeitsaufgabe sein. Somit steht nicht allein die Frage des Umfanges möglicher Funktionen im Vordergrund, sondern vor allem die Frage, ob das Programm spezifisch auf die Aufgabe des Benutzers bezogen ist.

An ein benutzerfreundliches Programm sind folgende Anforderungen zu stellen:

Aufgabenangemessenheit
Ein Dialog ist der Aufgabe angemessen, wenn er den Benutzer dabei unterstützt, seine Arbeitsaufgabe effektiv und effizient zu erledigen, ohne dass dieser durch die Eigenschaften des Dialogsystems unnötig belastet oder behindert wird.

Selbstbeschreibungsfähigkeit
Ein Dialog ist selbstbeschreibungsfähig, wenn jeder einzelne Dialogschritt durch Rückmeldung des Dialogsystems unmittelbar verständlich ist oder dem Benutzer auf Anfrage erklärt wird. Der Benutzer muss dann, wenn er eine Information über das System benötigt, diese ohne Störung des Ablaufs seiner eigentlichen Arbeit erhalten.

Steuerbarkeit
Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist.

Erwartungskonformität
Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er konsistent ist und den Merkmalen des Benutzers entspricht, z. B. seinen Kenntnissen aus dem Arbeitsgebiet, seiner Ausbildung und seiner Erfahrung sowie allgemein anerkannten Konventionen.

Fehlertoleranz
Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden kann.

Individuelle Anpassbarkeit
Ein Dialog ist individualisierbar, wenn die Software Anpassungen an die Erfordernisse der Arbeitsaufgabe sowie an die individuellen Fähigkeiten und Vorlieben des Benutzers zulässt.

Diese Punkte sind von grosser Bedeutung für die Akzeptanz eines Systems, für den Arbeitserfolg (Fehlerrate, Arbeitsgeschwindigkeit) und für die Arbeitsbeanspruchung des Benutzers. Daneben darf folgender Grundsatz nicht vergessen werden: Auch wenn die Kommandos selbsterklärend sind, ist eine Lern- und Übungszeit unumgänglich. Computer- und Aufgabenwissen der Benutzer sind Betriebskapital, das in die Evaluation neuer Software einzubeziehen ist. Es ist vor allem darauf zu achten, dass das vorhandene Computerwissen, das nicht primär dem

Arbeitsfortgang dient, sondern eher der Nebenarbeit zuzurechnen ist, bei der Einführung eines neuen Systems wieder nutzbar gemacht werden kann. Am besten wäre es jedoch, wenn das Computerwissen, welches nicht für die unmittelbare Aufgabenbearbeitung notwendig ist, wegfallen würde. Der Arbeitsablauf sollte möglichst wenig durch Nebenarbeiten auf der Benutzungsebene gestört werden.

5.5.2 Benutzerbeteiligung

Der optimale Einsatz von neuer Software kann sichergestellt werden, indem ihre Evaluation und Einführung im Rahmen eines sorgfältig geplanten Prozesses abläuft, bei dem auch die zukünftigen Benutzer miteinbezogen werden. Die Stichworte dazu lauten: Analyse, Planung, Systemgestaltung, Einführung, Schulung, produktive Nutzung und Erfolgskontrolle. Dabei greifen die einzelnen Schritte ineinander über, sie überlappen sich und können sich auch wiederholen.

Es geht darum, zuerst den Anwendungs- und Aufgabenbereich (den Einsatzkontext) zu definieren und, darauf abgestimmt, die Software zu gestalten. Der Einsatzkontext beinhaltet die Bereiche Arbeitsorganisation, Anwendungsregelung und personalpolitische Massnahmen wie Qualifizierung, Mitsprache und Mitbestimmung sowie Betreuung. Abgestimmt auf den Einsatzkontext müssen dann Hard- und Software ausgewählt werden.

Die Benutzer werden am besten bereits in den frühen Phasen eines Softwareentwicklungsprojektes beteiligt. Dadurch wird gewährleistet, dass ihr praxisorientiertes Wissen sich sinnvoll für den Entwicklungsprozess nutzen lässt. Die Benutzer bringen ihr Wissen über die Bearbeitung der Aufgaben ein, sie müssen andererseits die Handhabung des neuen Systems erlernen. Dies geschieht am besten in einem gemeinsamen Vorgehen der Benutzer, Softwareentwickler, Arbeits- und Organisationsgestalter sowie des Auftraggebers.

Moderne Bürotechnologiesysteme sollten heute nicht mehr ohne die Mitwirkung der Benutzer eingeführt werden. Dazu gehört eine von Beginn an offene und regelmässige Information aller zukünftigen Benutzer und ihre fundierte Aus- und Weiterbildung am entsprechenden System. Heute lautet also die Frage nicht mehr, ob die Benutzer bei der Softwareentwicklung beteiligt werden, sondern, wie deren Fachwissen für die Entwicklung von guter, aufgaben- und benutzerorientierter Software genutzt werden kann. Folgende Ansätze und Methoden sind bereits hinreichend praxiserprobt:

5.5.2.1 Der evaluative Ansatz mittels Checklisten

Checklisten (vgl. Anhang) sind speziell für die Bewertung der Benutzerfreundlichkeit entwickelt worden und zeichnen sich durch einfache Anwendbarkeit aus.

5.5.2.2 Der partizipative Ansatz mittels Workshops

Die Festlegung der Begriffswelt eines Unternehmens vollzieht sich für gewöhnlich nicht in isolierten Bereichen und sollte deshalb auch nicht einzelnen Personen übertragen werden; die Gefahr von Missverständnissen ist zu gross (vgl. Tab. 12). Vielmehr empfiehlt

B: «Ich muss neue Bücher eingeben, verschlüsseln und …»
E: «Ja, Schlüsselmerkmale müssen für Selektionen definiert werden.»
B: «Ääh ..., ich meine thematisch … ja, und katalogisieren, Schlüssel ändern …»
E: «Mmh, nicht so einfach bei dieser DB.»
B: «Ja…? Dann nach Autoren und Jahrgang sortieren, auswählen und verschiedene Listen erstellen und ausdrucken.»
E: «Ja, dann machen wir ein Menü ‘Erfassung/Mutation/ Anzeigen’, sauber getrennt, damit bei ‘Anzeigen’ auch nichts geändert werden kann.»
B: «Aber ich muss doch Angezeigtes ändern können…»
E: «Ja, ja, dann ein Menü ‘Selektion’, wo Sie auch nach Autor oder Jahrgang sortieren können.»
B: «… und Jahrgang, nach beidem!»
E: «Das geht bei dieser DB nicht! Wieviele Records haben Sie überhaupt?»
B: «Records …?»
usw.

Tabelle 12
Beispiel für einen typischen Dialog zwischen Benutzer (B) und Entwickler (E).

sich für die Erarbeitung und Analyse von unternehmensweiten Konzepten und Begriffen die Durchführung von Workshops, bei denen alle Mitarbeiter oder zumindest eine repräsentativ ausgewählte Gruppe beteiligt sind.

Um die Produktivität eines Workshops zu gewährleisten, sollten sich nicht mehr als sieben bis zehn Teilnehmer daran beteiligen. Diese sollten rechtzeitig und ausreichend über die Aufgabenstellung und Zielsetzung des Workshops informiert werden und die notwendigen Arbeitsunterlagen (z. B. Begriffsliste zur Bedeutungsanalyse) erhalten.

Die praktische Realisierung von Beteiligungskonzepten ist u. a. vom Umfang, vom Inhalt und der Neuartigkeit des Vorhabens, der Anzahl der betroffenen Mitarbeiter sowie von den personellen und infrastrukturellen Voraussetzungen abhängig. Die Effizienz des Entwicklungsprozesses und die Qualität der Produkte werden dabei massgeblich von der Projektorganisation, den fachlichen und vor allem sozialen Qualifikationen der Beteiligten sowie den vorhandenen Methoden und Werkzeugen beeinflusst.

Zusammen mit einer gründlichen Ausbildung der Benutzer werden durch eine auf Benutzerbeteiligung beruhende Projektorganisation gute Voraussetzungen geschaffen, dass die Software zu einem echten Hilfsmittel bei der Aufgabenerfüllung wird.

5.5.3 Usability-Test

Eine immer häufiger eingesetzte Methode zur partizipativen Entwicklung von Software ist der Usability-Test. Dabei prüft eine Gruppe repräsentativer Benutzer die zu bewertende Software anhand konkreter Aufgabenstellungen mit dem Ziel, eventuell vorhandene Schwachstellen vor dem Einsatz am Arbeitsplatz zu erkennen und womöglich zu beheben (Bild 84).

Der Usability-Test wird bei der Evaluation eines Prototyps oder eines teilweise lauffähigen Systems zur Gewinnung von Gestaltungsvorschlägen für die benutzerangemessene Aufgabenbearbeitung eingesetzt. Jeder Test wird durch einen Testleiter vorbereitet und durchgeführt. Es empfiehlt sich, dass mindestens ein Produktverantwortlicher und ein Repräsentant der Entwicklungsabteilung als Beobachter beteiligt sind, um die Vermittel- und Umsetzbarkeit der Testergebnisse zu gewährleisten. Die Durchführung eines Usability-Tests erfolgt in der Regel in einem speziell eingerichteten Usability-Labor, kann aber auch unter besonderen Bedingungen am Arbeitsplatz stattfinden.

5.6 Grundprinzipien der Gestaltung von Benutzungsoberflächen

Eine ergonomisch gut gestaltete Mensch-Computer-Schnittstelle . . .

. . . muss die Aufgabenwelt mit den dem Benutzer bekannten Begriffen und Objekten widerspiegeln, z. B.: Schreibtisch, Dokumente, Tabellen, Formulare, Ordner, Papierkorb, Stifte, Radiergummis; die verwendeten Symbole erfordern den selben Umgang wie ihre realen Entsprechungen;

. . . muss der Flexibilität der Arbeitstätigkeit gerecht werden; besonders wenn verschiedene Aufgaben parallel ausgeführt werden, müssen die Arbeitskontexte der jeweiligen Aufgaben auf dem Bildschirm erhalten und einfach wiederhergestellt werden können;



Bild 84
Karikaturistische Darstellung eines Usability-Tests mit allen Betroffenen.

. . . muss direkte Handlung mit Ablauf- und Ergebnisfeedback ermöglichen: Jede Handlung des Benutzers muss unmittelbar etwas Sicht-, Hör- oder Fühlbares auslösen, damit er das Gespür für Steuerbarkeit und Kontrolle nicht verliert;

. . . ermöglicht als Interaktionsform «Sehen und Zeigen» anstatt «Erinnern und Tippen»: Der Benutzer kann aus sichtbaren Alternativen (z.B. Aktionen oder Objekten) auswählen und muss keine (verborgenen) Kommandos oder Tastenkombinationen auswendig lernen;

. . . ist über alle Anwendungen hinweg konsistent: Grundlegende Aktionen und Operationen können in allen Programmen und auf allen Systemebenen auf dieselbe Art und Weise ausgelöst werden;

. . . ermöglicht WYSIWYG (What You See Is What You Get): Der Benutzer kann das Ergebnis von Aktionen sehen, er hat jederzeit Gewissheit über den Bearbeitungszustand, die Bildschirmanzeige z.B. muss stets mit dem Ergebnis des Ausdrucks übereinstimmen;

. . . ermöglicht flexible Benutzerkontrolle: Nicht der Computer, sondern der Benutzer führt und steuert alle Abläufe;

. . . ermöglicht Rückkopplung und Dialog: Der Benutzer erhält verständliche, unverschlüsselte Rück- und Fehlermeldungen über die Folgen seiner Handlungen;

. . . ist «versöhnlich» und toleriert Fehler des Benutzers: Die Aktionen des Benutzers können generell rückgängig gemacht werden, wenn nicht, muss er zuvor darüber informiert werden; so wird zum Ausprobieren eingeladen und «Learning by Doing» unterstützt;

. . . bietet wahrnehmbare Stabilität der Darstellung und ästhetische Klarheit: Der Aufbau des Bildschirms soll möglichst verlässliche Orientierungen bieten, zum Beispiel bleiben auch nicht verfügbare Aktionen an ihrem angestammten Platz (erkennbar «gedimmt»). Gleiches sieht in allen Programmen gleich aus, Unterschiedliches ist unterscheidbar dargestellt;

. . . ist anpassbar: an den individuellen Arbeitsstil des Benutzers, seine Fähigkeiten, Gewohnheiten und Lernfortschritte; aber auch an die jeweiligen Erfordernisse der Arbeitsaufgabe.

5.7 Gestaltungsregeln

5.7.1 Art und Ablauf der Kommunikation

- Der «Wortschatz» (Funktionen, Kommandos, reservierte Wörter usw.) muss klar sein und der Begriffswelt des Benutzers entsprechen.
- Das System muss sich auf die Fähigkeiten des Benutzers einstellen lassen.
- Die Anwendung muss ohne vertiefte Computerkenntnisse möglich sein.
- Der Dialog mit dem Computer muss soweit wie möglich menschlichen Begriffsstrukturen, wie etwa in Beschreibungen, Analogien, Vergleichen, Beispielen oder Symbolen, entsprechen.
- Das System muss der üblichen Arbeitsweise des Endbenutzers entsprechen.
- Das System muss ein klar strukturiertes Funktionsangebot haben. Die Ein- und Ausgaben müssen kurz und übersichtlich strukturiert sein.
- Die normalen kommunikativen und verbalen Fähigkeiten des Benutzers müssen als Grundlage für den Dialog zunächst ausreichen. Zusätzlich notwendiges Wissen soll dann im späteren Dialog im Bedarfsfall erarbeitet werden.
- Die Regeln und Handhabungen des Dialoges müssen einfach einzuhalten sein (Forderung nach Unkompliziertheit).
- Datenfelder sind – zur besseren Lesbarkeit – untereinander zu schreiben. Eine spaltenweise Anordnung der Felder erhöht deren Übersicht.
- Der Zugang zum System muss mit einem einfachen Befehl gewährleistet sein.
- Die Anzahl von vorgegebenen und neuen Wörtern, Kommandos, Vereinbarungen, Symbolen usw. muss gering sein.
- Um beim Benutzer Vertrauen und Sicherheit zu fördern, muss die Sicherheit der Datenbestände immer gewährleistet sein.
- Jede letzte Aktion muss für den Benutzer widerrufbar sein («undo»-Funktion).
- Der Benutzer vergisst und macht Fehler. Daraus folgt: Die Verbesserung oder Veränderung der Daten muss ihm leicht gemacht werden.

- Eine eindeutige und unmissverständliche Formulierung der an den Benutzer gerichteten Angaben muss gewährleistet sein.
- Eine Übersicht über alle Funktionen und Möglichkeiten, die dem jeweiligen Benutzer zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt zur Verfügung stehen, muss für ihn stets abrufbar sein.
- Der Kommando- und/oder Funktionsvorrat muss überschaubar sein; für gewisse Aufgaben kann auch eine Teilmenge ausreichen.
- Texte, Stichworte, formelhafte oder graphische Darstellungen des Systems müssen prägnant dargestellt sein, bei hochauflösenden Bildschirmen möglichst mit selbsterklärenden Symbolen oder Graphiken.
- Die Dialogtexte müssen so formuliert sein, dass sie den Benutzer motivieren und nicht ärgern.
- Das Antwortzeitverhalten sollte einstellbar sein. Zu schnelle Reaktionszeiten können den Benutzer «hetzen». Zu langsame Reaktionszeiten erzeugen Stress und erhöhen die Fehlerrate.
- Dem Benutzer muss ein beliebiges Vorwärts- und Zurückgehen im Dialog ermöglicht werden.
- Der Benutzer muss Eingaben zu komplexen Kommandos zusammenfassen können, so dass die Dialoge kurz werden. Diese Möglichkeit ist eher für geübte Benutzer gedacht, weil komplexe Anwendungsmöglichkeiten den Anfänger abschrecken und meist nur wenig genutzt werden.
- Um Langeweile und Ermüdung zu verhindern, muss der Benutzer eine Summe von Standardmanipulationen vorher festlegen können.
- Das System muss mehr auf Sichtbarmachung der Arbeitsvorgänge zielen als auf abstrakte und formale Konstruktionen.
- Der Benutzer muss jederzeit die Möglichkeit haben, einen Prozess zu unterbrechen, um in einem anderen zu arbeiten.
- Überraschungseffekte für den Benutzer müssen unbedingt vermieden werden.
- Es ist sinnvoll, Daten in unterschiedlichen Darstellungsarten zu zeigen, um einen unterschiedlichen Informationsbedarf zu befriedigen.
- Das System muss so reagieren, als hätte es den Menschen verstanden. Wenn es sich ebenso verhalten würde wie ein Mensch, glaubt der Benutzer sich «verstanden» (Erwartbarkeit von Ereignissen).
- Einheitliche Aufteilungen und Formate für alle Anwendungen müssen neben einer minimalen Anzahl verschiedener Grundformate angestrebt werden.
- Das System muss sich in identischen Situationen identisch verhalten, um auf den Benutzer verlässlich zu wirken.
- Der Benutzer muss selektive Dialogabschnitte abbrechen können. Verschiedene Arten des Beendens und ein Fluchtsymbol müssen permanent verfügbar sein. Wichtig ist dabei, dass die Sicherheit der Datenbestände gewährleistet ist.
- Vom Benutzer müssen bei ähnlichen Aufgaben einheitliche Aktionen gefordert werden.
- Jedes Bildschirmlayout muss so aufgebaut sein, dass gleichgeartete Information jeweils an derselben Stelle des Bildschirms wiederzufinden ist (Ortskodierung).
- Der Benutzer muss wissen, dass das System nur jeweils seinen Auftrag behandelt und nicht etwa auf weitere Eingaben wartet.
- Bei längeren Arbeitsvorgängen müssen Zwischen- bzw. Vollzugsmeldungen den Stand der Bearbeitung anzeigen.
- Es muss dem Benutzer situationsabhängige, Auskunft gegeben werden können. Die Auskunft muss sich sowohl auf die Daten als auch auf die Steuerung des Programms beziehen können.
- Es muss dem Benutzer die Wirkung seiner Eingabe unmittelbar als Rückkoppelung erkennbar gemacht werden.
- Die Antwortzeit soll für die gleichen Ein- und Ausgaben nicht zu stark variieren.

5.7.2 Hilfen des Systems/Rücksicht auf den Benutzer

- Erhält der Benutzer unverständliche Meldungen vom System, so muss er nachfragen und sich Definitionen von ihm unbekannten Begriffen geben lassen können.
- Die Benutzungsoberfläche sollte so übersichtlich gestaltet sein, dass Benutzerhandbücher möglichst überflüssig sind.
- Das Benutzerhandbuch muss insgesamt oder in Teilen über die Benutzerstation präsentiert werden können (online), und zwar so, dass die jeweiligen Bildschirmanzeigen kontextsensitiv vorgegeben werden.
- Auf Wunsch müssen Erläuterungen in unterschiedlicher Detaillierung und in unterschiedlicher Darstellungsform gegeben werden können.
- Die Suche nach Dialogelementen auf dem Bildschirm wird erleichtert und die Fehlerhäufigkeit vermindert, indem häufig benutzte Begriffe bevorzugt plaziert werden. Bei der Menüanordnung z. B. werden die am meisten verwendeten Anweisungen an den Listenanfang gesetzt, die übrigen folgen in der Reihenfolge der Verwendungshäufigkeit.
- Der Benutzer muss jederzeit in der Lage sein, die für ihn in der augenblicklichen Situation wesentlichen Einzelheiten des Systemmodells gedanklich zu erfassen, ohne in Handbüchern zu suchen oder herumfragen zu müssen. Dazu muss das System nach durchschaubaren Regeln aufgebaut sein, in das der Benutzer sein Handeln als Teil des Systems situationsgerecht einordnen kann.
- Ein Hinweis auf erlaubte Zeichen, Sprachelemente oder Wörter kann ein Nachschlagen in der Bedienungsanleitung überflüssig machen.

5.7.3 Umgang mit Fehlern / Gefahren

- Nachdem ein Fehler festgestellt wurde, muss der Benutzer seine Arbeit sinnvoll fortsetzen können und nicht jedes Mal von vorn beginnen müssen.
- Jede letzte Aktion muss für den Benutzer widerrufbar sein («undo»-Funktion).
- Der Benutzer vergisst und macht Fehler. Daraus folgt: Die Verbesserung oder Veränderung der Daten muss ihm leicht gemacht werden.
- Erhält das System unverständliche Eingaben vom Benutzer, dann soll es selbständig intervenieren und passende Eingaben vorschlagen oder sich den unbekannten Begriff spezifizieren lassen.
- Bei Eingabefehlern und Ausgabe einer Fehlermeldung darf das System nicht sofort die Arbeit einstellen.
- Bei folgenschweren Anweisungen (z. B. «delete») muss das System, um Kummer zu vermeiden, vor der Ausführung eine Befehlsbestätigung verlangen.

207'626





Bild 85

6 Arbeitsmedizinische Aspekte

6.1 Strahlung, Raumklima, Lärm

6.1.1 Strahlung

Bildschirmgeräte erzeugen Zeichen und Graphiken, die möglichst gut sichtbar sein sollen. Dies ist die erwünschte Form der Strahlung, die von einem Bildschirm ausgeht. Daneben werden auch Strahlungen oder Felder – was gleichbedeutende Begriffe sind – erzeugt, die ungewollt entstehen. Diese störenden Strahlenarten kamen in den letzten Jahren mit wechselnder Gewichtung in die Schlagzeilen. Die Stellungnahmen und Diskussionen von Wissenschaftlern und Laien sind oft widersprüchlich und ein Ende ganz ohne Wenn und Aber ist derzeit nicht abzusehen. Der folgende Text ist deshalb als Zusammenfassung des gegenwärtigen Stands des Wissens zu verstehen.

6.1.1.1 Elektromagnetische Felder

Beobachtungen über die Häufung von Schwangerschaftsproblemen liessen den Verdacht aufkommen, dass bei Frauen, die an Bildschirmen arbeiten, ein erhöhtes Risiko für Fehlgeburten und Missbildungen bei Neugeborenen bestehen könnte. In den bisher durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen hat sich kein statistisch abgesichertes erhöhtes Risiko nachweisen lassen. Von Ausnahmen abgesehen lässt sich aus diesen Untersuchungen kein Zusammenhang zwischen der Arbeit am Bildschirm und den erwähnten Beobachtungen ableiten.

Dass elektromagnetische Felder von Bildschirmgeräten Krebs auslösen, kann ausgeschlossen werden, da bei der geringen Energie dieser Strahlenart die Erbinformation in den Zellkernen nicht geschädigt werden kann. Die bisherigen Hinweise reichen nicht aus, um einen Zusammenhang zwischen den elektromagnetischen Feldern von Bildschirmgeräten und einer krebsfördernden Wirkung zu begründen.

Die Frage, ob Menschen oder andere Lebewesen für Feldstärken, die weit unterhalb bestehender Grenzwerte liegen, eine besondere Sensibilität haben, ist Gegenstand von wissenschaftlichen Untersuchungen und Diskussionen. Bisherige Resultate lassen vermuten, dass die Zahl der möglicherweise Betroffenen gering ist und dass Elektrosensibilität höchstens die Bedeutung eines Zusatzfaktors neben anderen störenden Einflüssen und Belastungen zu haben scheint.

Die in bezug auf elektromagnetische Felder bestehenden allgemeinen Grenzwertempfehlungen für Arbeitsplätze wie auch für den Privatbereich werden von Bildschirmgeräten, auch von älteren Modellen, fast durchwegs weit unterschritten. Spezielle Abschirmmassnahmen sind deshalb nicht erforderlich.

Aus Gründen der Vorsorge haben u.a. zwei schwedische Organisationen spezielle Bildschirmempfehlungen veröffentlicht, die inzwischen einige Bekanntheit erreicht haben. Für Bildschirme, deren elektromagnetische Felder kleiner sind als die in diesen Empfehlungen genannten Werte, wird das Verkaufsargument «strahlungsarm» nach MPR 2 oder TCO verwendet (vgl. Kap. 3.9; die Schwedische Norm SS 436 1490 vom November 1995, welche auf MPR 2 aufbaut, ist als deren Ergänzung und Ersatz erschienen). Diese Werte, die sich am technisch Machbaren orientieren, können von den Bildschirmherstellern verhältnismässig leicht eingehalten werden, sofern bereits bei der Konstruktion der Geräte auf diesen Punkt geachtet wird. Das Nachrüsten von älteren Bildschirmen auf MPR2- oder TCO-Werte ist hingegen aufwendig. Am ehesten erreicht man

noch die Reduktion des elektrostatischen Feldes, das sich durch Knistern beim Berühren der Bildschirmoberfläche manifestiert. Es gibt elektrisch leitende Bildschirmfilter, welche mit einem Kabel geerdet werden müssen.

6.1.1.2 Elektrostatische Felder

Bei wenigen Bildschirmarbeiterinnen und -arbeitern in Skandinavien, Kanada und teilweise auch in Grossbritannien wurden Hautreizungen im Gesicht festgestellt. Bis zum heutigen Zeitpunkt ist noch nicht klar, ob diese Hautreizungen tatsächlich von der Bildschirmarbeit verursacht wurden. Es wird die Hypothese vertreten, dass elektrisch geladene Partikel, die in der Luft schweben, durch das elektrostatische Feld des Bildschirms beeinflusst werden und sich entsprechend ihrer Ladung auf der Bildschirmoberfläche und der Haut des Betrachters ansammeln, was eine Reizung der Haut bewirken soll. Dass man solche Hautreizungen praktisch nur in nordischen Ländern beobachtet hat, erklärt man damit, dass bei den dortigen kalten Aussentemperaturen (vor allem im Winter) die relative Luftfeuchtigkeit äusserst gering und das elektrostatische Feld entsprechend gross ist.

Sollten wirklich elektrostatische Felder für die Hautreizungen verantwortlich sein, so könnte hier durch einfache Massnahmen Abhilfe geschaffen werden: Entweder ist bereits bei der Anschaffung der Geräte darauf zu achten, dass diese ein möglichst kleines elektrostatisches Feld erzeugen (was bei den meisten neuen Geräten bereits der Fall ist), oder man montiert einen elektrostatisch ableitenden Filter vor dem Bildschirm. Dies bedingt allerdings die Installation einer wirksamen Erdung, was im heutigen modernen Büro nicht immer einfach ist.

Bild 86
Abschirmung eines Bildschirms.

6.1.1.3 Elektromagnetische Verträglichkeit von Bildschirmen

In der Praxis stellt sich immer wieder das Problem, dass Bildschirme durch elektromagnetische Felder, z. B. von der hausinternen Stromverteilung oder einer nahegelegenen Bahnlinie, gestört werden. Diese Störungen entstehen durch den Einfluss der magnetischen Felder auf den Elektronenstrahl der Bildröhre, der dadurch leicht abgelenkt wird und nicht mehr auf die richtigen Farbpunkte der Bildschirminnenseite trifft. Auf dem Bildschirm erscheinen zeitweise oder dauernd störende Flimmerbewegungen, Helligkeits- und Farbveränderungen sowie wandernde Muster. Abhilfe kann durch das Abschirmen des Bildschirmes mit einem magnetischen Gehäuse oder mit einer Veränderung des Aufstellungsortes erreicht werden (Bild 86). Hausinterne Installationen können saniert werden, allerdings ist dieser Aufwand oft nur im Zusammenhang mit anderen Anpassungen gerechtfertigt. Bildschirme sind in dieser Hinsicht recht störanfällig, sie werden bereits von Magnetfeldern, die unter 1 % der geltenden Arbeitsplatzgrenzwerte liegen, empfindlich gestört.

6.1.1.4 Röntgenstrahlung (ionisierende Strahlung)

Im Innern der Bildröhre wird weiche, d. h. wenig durchdringende Röntgenstrahlung erzeugt. Diese wird praktisch vollständig im Röhrenglas abgefangen. Mehrere, voneinander unabhängige Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Strahlung schon an der Bildschirmoberfläche kaum mehr messbar ist, weil die natürliche Umgebungsstrahlung, d. h. die ionisierende Strahlung, die seit Urzeiten aus Himmel, Erde und unserem eigenen Körper auf uns wirkt, wesentlich grösser ist.

Auch bei gleichzeitigem Betrieb mehrerer Geräte im gleichen Raum beträgt die zusätzliche Wirkung der Röntgenstrahlung auf den Menschen nur ein Bruchteil der natürlichen Strahlung.

Die Grenzwerte der Strahlenschutzvorschriften für ionisierende Strahlen werden sowohl von älteren wie auch von neueren Bildschirmtypen sehr stark unterschritten. Abschirmmassnahmen oder besondere Konstruktionsmerkmale sind deshalb nicht erforderlich.

6.1.1.5 Infrarot- oder Wärmestrahlung

Diese Strahlungsart kann der Mensch als Wärme fühlen. Die von Bildschirmgeräten ausgehende direkte Abstrahlung ist vernachlässigbar gering. Besondere Wirkungen sind nicht zu erwarten, Massnahmen sind keine angezeigt.

6.1.1.6 Ultraviolettstrahlung (UV)

Beim Erzeugen der Bildpunkte entsteht auch UV-Strahlung. Sie wird – wie die Röntgenstrahlung – im Röhrenglas abgefangen. Die auf der Bildschirmoberfläche noch messbare UV-Strahlung ist so gering, dass keine Gesundheitsgefährdungen entstehen können. Zusätzliche Abschirmmassnahmen sind nicht notwendig.

Bildschirmfilter, die aus Kunststoff oder Glas bestehen, haben naturgemäss eine gute Abschirmwirkung gegen UV-Strahlung, was gelegentlich als Verkaufsargument verwendet wird. Werden die Filter vor dem Bildschirm montiert, ergibt sich jedoch daraus kein nennenswerter Nutzen, da es dort praktisch keine UV-Strahlung abzuschirmen gibt.

6.1.1.7 «Abstrahlungen» nichtphysikalischer Art

Stress, Beschwerden, Unbehagen, Schmerzen werden oft mit Bildschirmen und ihrer Abstrahlung in Zusammenhang gebracht. Die physikalisch erzeugte und bestimmbare störende Strahlung kann, wie oben gezeigt, nicht der Grund für diese Beschwerden sein. Deshalb wird oft eine Abstrahlung vermutet, die messtechnisch nicht erfasst, jedoch von sensiblen Personen mit oder ohne Hilfsmittel offenbar wahrgenommen werden kann. Diese Art der «Abstrahlung» ist nicht physikalischer Natur, es gibt dafür keine Grenzwerte, und die Abschirmung oder Bekämpfung dieser Abstrahlung ist entsprechend ungewöhnlich und wissenschaftlich nicht begründbar. Mittel wie Rosenquarze, Halbedelsteine, Magnetbänder, Abschirmgeräte, Symboltafeln oder Pyramiden werden eingesetzt, um dem unfassbaren Übel zu begegnen. Erfolge sind gelegentlich zu verzeichnen, und entsprechende Meldungen werden von den Anbietern solcher Gegenstände eifrig verbreitet. Misserfolge hingegen werden aus naheliegenden Gründen weder von den Anbietern noch von den Betroffenen gerne weitererzählt.

Gegen diese mentalen Hilfen – sie wirken im wesentlichen über die Stärkung des Selbstvertrauens und die Bekämpfung von Angst – ist im Prinzip nichts einzuwenden. Allerdings sollten damit nicht Probleme, die einer ärztlichen Behandlung oder einer wirklichen Verbesserung des Arbeitsplatzes und der Arbeitsbedingungen bedürfen, vernachlässigt werden, sonst kommt zuletzt diese Art von Hilfe nur denjenigen zugute, die sie verkauft haben.

6.1.2 Raumklima

Die Klimatechnik befindet sich seit einigen Jahren in einem tiefgreifenden Wandel. Neu erforschte Komfortparameter und einschneidende Auflagen neuer Energiegesetze führten zu einer Neuorientierung. Herkömmliche Klimaanlagen, die mit grossen Luftvolumenströmen Temperatur- und Feuchtigkeitswerte in engen Grenzen unter Kontrolle zu halten hatten, sind überholt. Luft wird nur noch zum Lüften, also zur Lufterneuerung verwendet. Geheizt und gekühlt wird mit wasserbeheizten und -gekühlten Oberflächen von Bauteilen. Ihre Betriebstemperaturen liegen so nahe bei den gewünschten Raumtemperaturen, dass ein Überheizen oder ein Unterkühlen der Räume nicht mehr möglich ist.

Die moderne Komfortklimatisierung basiert nicht mehr auf leistungsstarken Luftsystemen, sondern auf sehr guter Wärmedämmung, auf stromsparenden Bürogeräten mit geringer Wärmeabgabe und auf grossflächiger Heizung und Kühlung mit moderaten Betriebs-

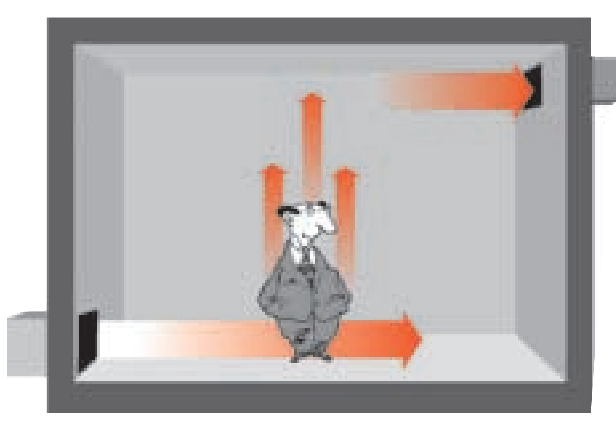
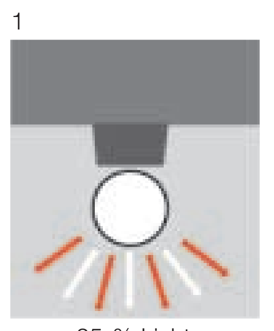
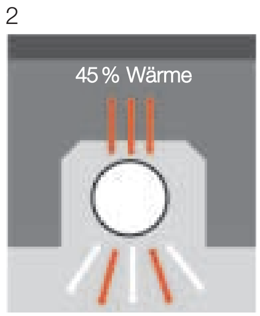


Bild 87
Quelluft mit Abluftleuchten.





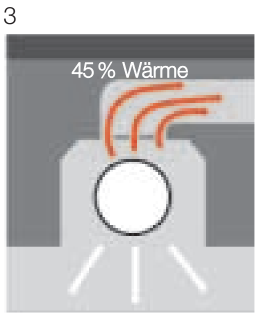


Bild 88
Energiebilanz verschiedener Leuchtensysteme.
1 direkt montierte Leuchtstofflampe, ohne Abluftkanäle
2 Abluft strömt durch die Leuchte hindurch in den Deckenhohlraum
3 Abluft strömt durch die Leuchte hindurch in ein Kanalsystem

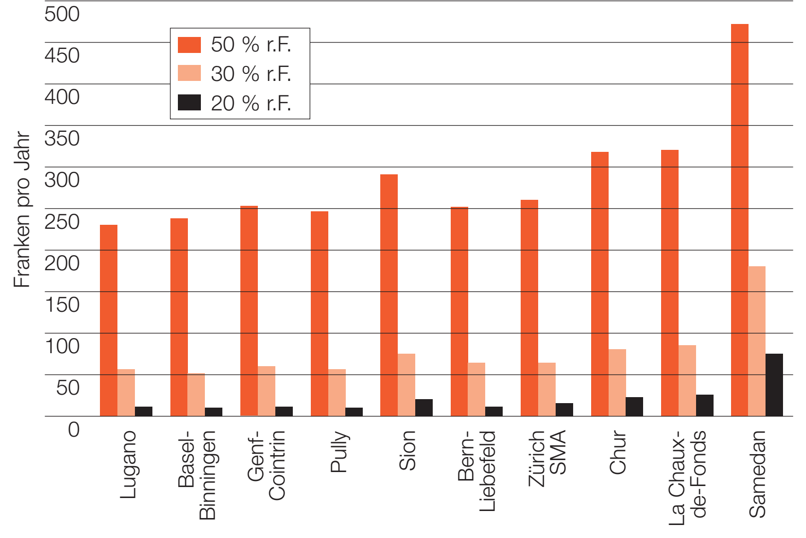


Bild 89
Jahreskosten pro Arbeitsplatz für elektrisch betriebene Befeuchtung
[Quelle: Meierhans & Partner AG, Fällanden].

Berechnungsgrundlagen:
- 50 m^3 Luft pro Stunde und Arbeitsplatz
- Raumtemperatur 22 °C
- ganzjähriger Betrieb
- Elektrizitätskosten 25 Rappen pro kWh

temperaturen. Eine wichtige Voraussetzung für gute Komfortverhältnisse sind auch Beleuchtungskonzepte mit möglichst geringer Wärmeentwicklung oder direkter Wärmeabsaugung (Bilder 87, 88). Die auf das Notwendige reduzierte Luftrate wird wesentlich besser filtriert und hygienisch sorgfältiger aufbereitet.

Sämtliche nationalen und internationalen Richtlinien empfehlen bei künstlicher Befeuchtung nicht mehr als 30 % r. F. (relative Feuchtigkeit), wobei bei sehr kaltem Wetter durchaus auch Werte um 20 % r. F. toleriert werden. Wie sinnvoll solche Empfehlungen unter Berücksichtigung des Energieverbrauchs sind, zeigt Bild 89.

6.1.3 Lärm

Bildschirmarbeitsplätze gelten zu Recht als ruhige Arbeitsplätze. Da bei der Bildschirmarbeit meistens hohe Anforderungen an die Konzentrationsfähigkeit gestellt werden, sollte die Lärmbelastung durch Fremdgeräusche möglichst gering sein. Als Fremd- oder Hintergrundgeräusche bezeichnet man hierbei alle Geräusche, die von aussen oder benachbarten Räumen eindringen.

In der Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz werden einerseits tätigkeitsbezogene Richtwerte für die Geräuschbelastung am Arbeitsplatz und anderseits Richtwerte für die zulässigen Störgeräusche angegeben.

Für die im gleichen Raum erzeugten Geräusche gelten die Richtwerte nach Tabelle 13. Sie umfassen sämtliche auf den Arbeitsplatz einwirkenden Lärmimmissionen, mit Ausnahme der eigenen Kommunikation (Gespräche mit anderen Personen, Telefonklingeln, akustische Signale usw.).

Beispiele von Tätigkeiten der Gruppe 1
Vorwiegend handwerkliche Routinearbeiten mit kurzzeitigen oder geringen Anforderungen an die Konzentration.

Beispiele von Tätigkeiten der Gruppe 2
Sich wiederholende, geistige Tätigkeiten mit zeitweise oder ständig hoher Anforderung an die Konzentration:

– Disponieren, Datenerfassung, Arbeiten an PCs
– Bedienen von Beobachtungs-, Steuerungs- und Überwachungsanlagen
– Verkaufen, Bedienen von Kunden
– Arbeiten in Betriebs- und Meisterbüros
– Prüfen und Kontrollieren an hierfür eingerichteten Arbeitsplätzen

Beispiele von Tätigkeiten der Gruppe 3
Tätigkeiten, die dauernd hohe Anforderungen an die Konzentration stellen und schöpferisches Denken erfordern:
– Wissenschaftliches Arbeiten (Abfassen und Auswerten von Texten).
– Durchführen technisch-wissenschaftlicher Berechnungen sowie Kalkulations- und Dispositionsarbeiten mit entsprechendem Schwierigkeitsgrad.
– Entwickeln von Programmen und Systemanalysen.
– Entwerfen, Übersetzen, Diktieren, Aufnehmen und Korrigieren von schwierigen Texten.
– Tätigkeiten in Funkräumen, Notruf- und Telefonzentralen.

Monotone oder tonhaltige Geräusche von Ventilatoren oder Motoren können auch bei relativ niedrigen Schallpegeln stören. Der Lärmschutz hat in solchen Fällen vorzugsweise an der Quelle zu beginnen, z. B. durch den Einsatz von Tintenstrahl- oder Laserdruckern mit temperaturgesteuerten Ventilatoren.

Selbst wenn die Richtwerte nach Tabelle 13 eingehalten werden, sind Klagen über Lärmbelästigungen nicht auszuschliessen. Es ist bekannt, dass die spektrale Zusammensetzung (Schallanteile bei den verschiedenen Frequenzen) und die zeitliche Struktur des Schalls (Schallpegel in Funktion der Zeit) die Lärmwirkungen wesentlich beeinflussen können.

Wichtiger als das Einhalten allgemeiner Grenzwerte für den Schalldruckpegel dürfte allerdings das Vermeiden von unerwartetem und intermittierendem Lärm wie plötzlichem Telefongeklingel oder unerwartet einsetzendem Printerlärm sein. Geräusche mit Informationsgehalt, z. B. Sprachfetzen, werden als besonders störend empfunden.

Tätigkeit	Energieäquivalenter Dauerschalldruckpegel L_{eq} in dB(A)	
	Normalanforderung[1]	Erhöhte Anforderung[2]
Gruppe 1: Industrielle und gewerbliche Tätigkeiten	< 85	≤ 75
Gruppe 2: Allgemeine Bürotätigkeiten und vergleichbare Tätigkeiten in der Produktion und Überwachung	≤ 65	≤ 55
Gruppe 3: Überwiegend geistige Tätigkeiten, die eine hohe Konzentration verlangen	≤ 50	≤ 40

[1] Normalanforderung: Richtwerte, die in der Regel im überwiegenden Teil der Anwendungsfälle einzuhalten sind.
[2] Erhöhte Anforderung: Richtwerte für Lärmminderungsziele. Gleichzeitig sind sie als Richtwerte bei erhöhten Ansprüchen an die Arbeitsleistung, die Arbeitsqualität und bei besonderer Konzentration usw. zu betrachten.

Tabelle 13
Tätigkeitsbezogene Richtwerte für die Lärmbelastung.

Raumart	Energieäquivalenter Dauerschalldruckpegel L_{eq} in dB(A)	
	Normalanforderung	Erhöhte Anforderung
Kleinbüro (bis 3 Personen)	40	35
Mittleres Büro	40	35
Sitzungs- und Konferenzzimmer	40	35
Grossraumbüro	45	40
Büro mit mehreren Büromaschinen	45	40
EDV-Maschinenraum	60	55
Kommandoraum	60	55
Steuerkabine	70	65
Labor	50	45
Pausen- und Bereitschaftsräume	60	55
Liege-, Ruhe- und Sanitätsräume	40	35
Kantine	55	50
Operationssaal	40	35
Unterrichtsräume	40	35

Tabelle 14
Richtwerte für Hintergrundgeräusche.

Als Hintergrundgeräusche (Fremdgeräusche) gelten in diesem Zusammenhang alle Lärmimmissionen, die von eingebauten technischen Einrichtungen stammen (z. B. haustechnische Anlagen wie Belüftungssysteme, Kompressoren, Heizungen), und Lärmimmissionen von aussen (Betriebs-, Verkehrslärm). Richtwerte für diese Geräusche sind in Tabelle 14 zusammengestellt.

In der Nähe von Bildschirmarbeitsplätzen sollen keine lärmigen Apparate oder Maschinen betrieben werden (z.B. Netzwerkdrucker, Fax). Andrerseits kann es aber an Bildschirmarbeitsplätzen so ruhig werden, dass eine «Bibliotheksatmosphäre» entsteht, in der schon geringe Fremdgeräusche stören und das Personal nur noch im Flüsterton miteinander spricht. Dem kann durch eine leichte Erhöhung des Raumschallpegels (z.B. mit der Klimaanlage) abgeholfen werden. Der Zielwert liegt hierbei zwischen 35 und 45 dB(A), wobei das Strömungsgeräusch keine frequenzdiskreten Spitzenwerte (hörbare Einzeltöne) aufweisen darf. Durch Anheben des Raumschallpegels wird ein sogenannter Verdeckungseffekt erreicht, der bewirkt, dass Lärmspitzen als Folge der kleineren Differenz zum Grundpegel als weniger störend empfunden werden.

6.2 Ophthalmologische Aspekte

6.2.1 Allgemeines

Bildschirmarbeit kann die Augen belasten, und zwar vor allem dann, wenn die Qualität des Gerätes (Schriftbild usw.) schlecht oder die Beleuchtungsverhältnisse am Arbeitsplatz ungenügend sind.

Augenkrankheiten, d.h. permanente Schäden an den Augen, werden durch Bildschirmarbeit nicht erzeugt. Ermüdungserscheinungen in Form von Augenbrennen, Augentränen, Lichtscheu, Blendgefühl und eventuell Kopfweh sind immer reversibel.

6.2.2 Fehlsichtigkeit, Alterssichtigkeit

Personen mit Augenfehlern ermüden an Bildschirmgeräten naturgemäss schneller. Häufig wird dann das Gerät für die Beschwerden verantwortlich gemacht, obwohl die Fehlsichtigkeit bereits vorher bestanden hat, der betroffenen Person aber nicht bekannt war. Man darf davon ausgehen, dass 20-30% unserer Bevölkerung optisch nicht oder ungenügend auskorrigiert sind. Da mit zunehmendem Alter die Sehkraft bzw. die Fähigkeit zur Akkommodation, d.h. zur Einstellung der Augen auf verschiedene Distanzen, abnimmt, klagen vorwiegend ältere Leute über Ermüdungserscheinungen bei der Bildschirmarbeit.

Die Alterssichtigkeit macht sich normalerweise vom 40. Altersjahr an bemerkbar. Bekanntlich sehen Alterssichtige auf kurze Entfernung schlecht. Kurze Distanzen sind aber bei der Bildschirmarbeit (auch bei sonstiger Schreibtischarbeit) entscheidend. Eine Sehhilfe brauchen also nicht nur Personen mit Augenfehlern, sondern auch ältere normalsichtige Personen.

Wegen der grossen Verbreitung von mehrfarbigen Bildschirmgeräten sei hier auf zwei Probleme hingewiesen, die sich durch diese ergeben: Die optischen Medien unseres Auges brechen die Farben verschiedener Spektralbereiche nicht gleich. Blaue Farben werden stärker, rote weniger stark gebrochen. Das erhöht die Sehaufgabe unseres Auges bei verschiedenfarbigen Schriftzeichen (Scharfeinstellung). Es ist auch zu beachten, dass ein grosser Teil unserer Bevölkerung farbfehlsichtig ist (rund 8% aller Männer und 0,5% der Frauen), was dann zu zusätzlichen Problemen für die Betroffenen führt, wenn Farben zum Markieren oder als Signalzeichen eingesetzt werden. Vor der Anwendung von Farben zur Informationsdarstellung am Bildschirm sind deshalb Vor- und Nachteile gegeneinander abzuwägen.

6.2.3 Augenuntersuchungen

Personen, die trotz optimaler Bildschirmgeräte, korrekter Bildschirmplazierung und -höheneinstellung sowie guter Beleuchtungsverhältnisse am Arbeitsplatz unter Augenbeschwerden (Augenbrennen, Augentränen, Blendgefühl usw. oder gar Kopfweh) leiden, sollten sich augenärztlich untersuchen lassen. Bezüglich des Untersuchungsumfanges bestehen Empfehlungen der Schweizerischen Ophthalmologischen Gesellschaft.

Arbeitnehmer sollten vor der Aufnahme ihrer Bildschirmarbeit darauf hingewiesen werden, dass sich latent vorhandene Sehfehler bei der Arbeit an solchen Geräten erstmals bemerkbar

machen können und dann eventuell zu Beschwerden führen. Bei der Bildschirmarbeit ist ein gutes Sehvermögen von grosser Bedeutung. Die richtige Brille ist hier entscheidend. Der Augenarzt muss vom Betroffenen über die Verhältnisse am Arbeitsplatz, insbesondere die verschiedenen Sehdistanzen (unter anderem die Distanz Auge – Bildschirm), informiert werden.

Wird einer alterssichtigen Person vom Augenarzt eine spezielle Arbeitsbrille verordnet, die auf eine bestimmte Bildschirmdistanz eingestellt ist und im ausserberuflichen Bereich kaum gebraucht wird, sollte der Arbeitgeber die Kosten für diese Brille – wie für Brillen zum Schutz vor Splittern oder Säurespritzern – übernehmen.

Die Arbeitnehmer in den Ländern der EU haben vor Aufnahme der Bildschirmarbeit das Recht auf eine Untersuchung der Augen und des Sehvermögens und auf regelmässige Untersuchungen nach der Arbeitsaufnahme. Mit dieser Regelung werden also auch Personen untersucht, die bei der Bildschirmarbeit keinerlei Beschwerden haben. Wegen der grossen Anzahl der zu untersuchenden Personen werden häufig spezielle Screening-Geräte eingesetzt. Mit solchen Tests kann aber weder eine Brille angepasst noch eine Krankheit verhütet werden. Es sei nochmals mit Nachdruck darauf hingewiesen, dass Bildschirmarbeit keine Augenkrankheiten erzeugt und Screening-Tests deshalb auch für Vorsorgeuntersuchungen (Früherkennung von Krankheiten) wenig sinnvoll sind. Bereits vorher bestehende Krankheiten sind zudem so gut wie nie ein Hinderungsgrund für die Ausübung einer Bildschirmarbeit. Ja es ist sogar so, dass Bildschirmarbeit Sehbehinderten unter Umständen die Aufnahme einer für sie geeigneten Tätigkeit erst erlaubt.

Wie schon erwähnt, leiden 20-30% der Bevölkerung an kleinen Sehfehlern, die in der Regel kaum als störend empfunden werden. Die Betroffenen lehnen es deshalb häufig ab, Korrektionsbrillen zu tragen. Ein geringer Sehschärfenzuwachs wiegt für diese Personen die Nachteile einer Brille wie störende Reflexe, Lichtstreuung (besonders wenn die Brille verschmutzt ist) und eventuell eine Beeinträchtigung des Gesichtsfeldes kaum auf.

6.2.4 Sehhilfen bei Brechungsanomalien und Alterssichtigkeit

Die Wahl der richtigen Brille ist entscheidend, will man eine unnötige übermässige Augenbelastung bei vorgegebener Arbeitsplatzsituation verhüten. Im folgenden wird auf einige wichtige Punkte eingegangen, die es bei der Brillenwahl für die Bildschirmarbeit zu berücksichtigen gilt.

An erster Stelle ist zu beachten, dass die Sehdistanz bei der Bildschirmarbeit üblicherweise zwischen 50 und 90 cm liegt, dies im Gegensatz zur konventionellen Büroarbeit, wo die Lesedistanz bedeutend geringer ist.

Bei vorwiegender Bildschirmtätigkeit ist ein Einstärkenglas (Monofokalbrille) für die entsprechende Bildschirmdistanz empfehlenswert. Der Vorteil liegt im grossen, praktisch verzerrungsfreien Gesichtsfeld und im günstigen Preis (Bild 90, Seite 74).

Bei Arbeiten, die zusätzlich häufig das Sehen in die Ferne nötig machen, z.B. beim Publikumsverkehr am Schalter, wird man um ein Mehrstärkenglas kaum herumkommen. Die übliche Bifokalbrille mit einem nur kleinen Nahteil in der unteren Brillenhälfte genügt in diesem Fall nicht, wird doch gerade dieser Nahteil für die Bildschirmarbeit benötigt. Der Nahteil einer solchen Brille muss deshalb vergrössert und die Trennlinie zwischen Nah- und Fernteil nach oben verschoben werden.

In speziellen Fällen sind auch Trifokal- oder Gleitsichtbrillen mit grossem Nahanteil für die Bildschirmarbeit angezeigt, dies allerdings nur, wenn der Blick zum Bildschirm während des Arbeitsablaufes relativ selten ist.

Bei allen Mehrstärkenbrillen muss für die jeweils gewählte Sehdistanz eine bestimmte Kopfhaltung eingenommen werden (der Blick in die Nähe bedingt üblicherweise die Blickrichtung nach unten). Dies kann zu Zwangshaltungen und Schmerzen im Nacken führen. Ausserdem stossen sich die meisten Leute an der Trennlinie zwischen dem Nah- und Fernteil. Gleitsichtbrillen haben keine erkennbare Trennlinie, ergeben aber Verzerrungen in den Randbereichen (Astigmatismus). Die Monofokalbrille hat all diese Nachteile nicht. Allerdings muss man sie für den Blick in die Ferne ablegen.

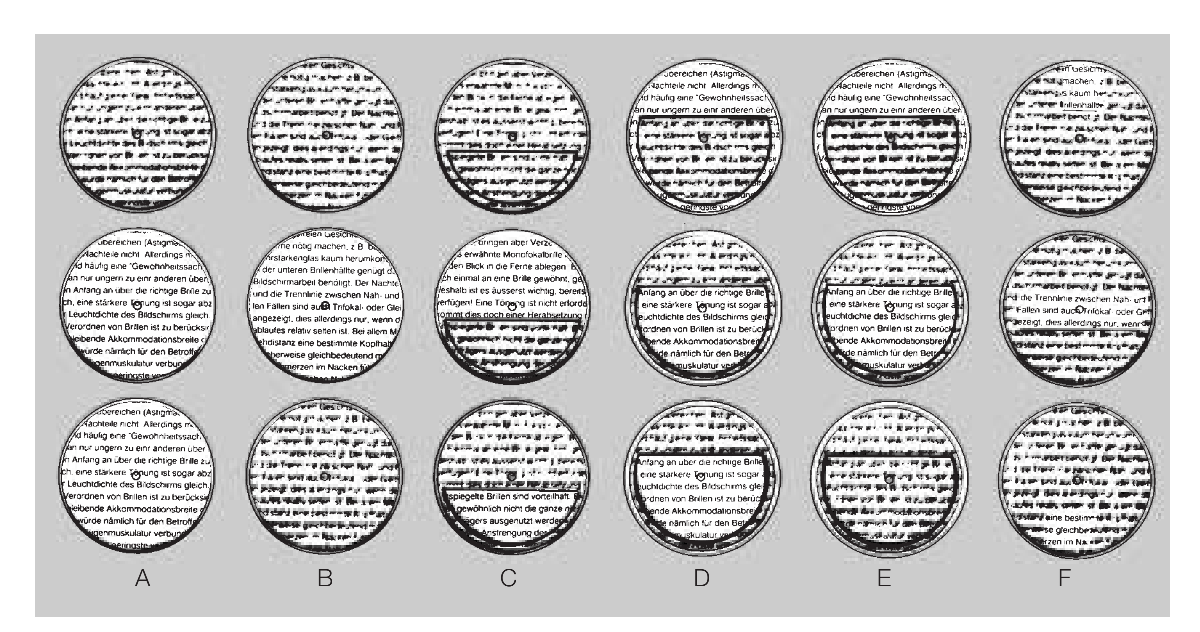
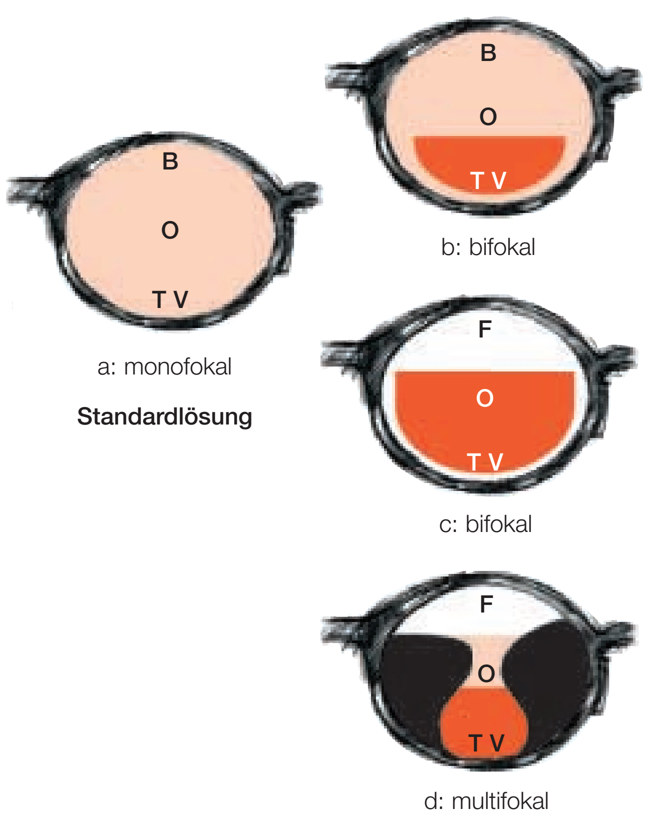


Bild 90
Blick durch verschiedene Brillengläser bei unterschiedlichen Beleuchtungsstärken.

Blick
– auf die Tastatur (unterste Reihe)
– auf den Bildschirm und den Beleg (mittlere Reihe)
– in die Ferne (oberste Reihe)

Die verwendeten Brillengläser sind:
A Monofokal, grosse Beleuchtungsstärke
B Monofokal, niedrige Beleuchtungsstärke
C Bifokal, tiefe Trennungslinie
D Bifokal, hohe Trennungslinie, grosse Beleuchtungsstärke
E Bifokal, hohe Trennungslinie, niedrige Beleuchtungsstärke
F Gleitsicht



Einen Überblick über die verschiedenen Brillengläser für die Korrektur der Alterssichtigkeit bei Arbeit am Bildschirm gibt Bild 91.

Bild 91
Schematische Übersicht über Brillengläser für die Korrektur der Alterssichtigkeit bei der Bildschirmarbeit.

O Durchtrittspunkt der Blicklinie durch das Glas beim Blick auf den Bildschirm
F Fernteil
■ Nahteil für Bildschirm (B), Tastatur (T) oder Beleg (V)
■ Bereich geringer optischer Qualität
a Schwacher Nahteil (geringer Brechwert): vorwiegend für Bildschirmarbeit und Beleg auf «vertikalem» Beleghalter
b Schwacher Nahteil (geringer Brechwert): für Bildschirm; starker Nahteil (höherer Brechwert): für Tastatur und Beleg auf dem Tisch
c Fernteil (sehr kleiner Brechwert): für Publikumsverkehr, Besprechungen; schwacher Nahteil (geringer Brechwert): für Bildschirm und Beleg
d Kontinuierlicher Übergang vom Fern- zum Nahteil: für Führungsaufgaben mit Besprechungen und häufige Arbeit am Bildschirm

Brillen sind häufig eine «Gewohnheitssache». Hat man sich einmal an eine Brille gewöhnt, geht man nur ungern zu einer anderen über. Gerade deshalb ist es äusserst wichtig, sich von Anfang an für die richtige Brille zu entscheiden.

Eine Tönung der Gläser ist nicht erforderlich; eine starke Tönung ist abzulehnen, weil dies die Leuchtdichte des Bildschirms mindert. Entspiegelte Brillen sind vorteilhaft.

Beim Verordnen von Brillen ist zu berücksichtigen, dass gewöhnlich nicht die ganze noch verbleibende Akkommodationsbreite des Brillenträgers ausgenutzt werden kann. Dies wäre nämlich für den Betroffenen mit einer zu grossen Anstrengung seiner Augenmuskulatur verbunden. Der Augenarzt sollte ausserdem berücksichtigen, dass die geringste vom Benützer noch akzeptierte Addition gerade die richtige ist. Die Schärfentiefe nimmt mit zunehmender Addition ab. Im allgemeinen sollte eine Addition von 1,5 Dioptrien ausreichen.

Wie die Bildschirmoberfläche ist auch das Brillenglas sauber zu halten, d. h. frei von Staub und Fingerabdrücken. Vor allem bei älteren Personen können solche Verunreinigungen Blendwirkung verursachen.

Kontaktlinsen, die gut vertragen werden, können als Korrekturmittel durchaus akzeptiert werden.

Die korrekte Anpassung einer Arbeitsbrille ist schwierig. Mit dem Schlagwort «Bildschirmbrille» lässt sich aber offenbar auf einfache Weise ein Geschäft machen. Unter dieser Bezeichnung werden nämlich auf dem Markt fertig konfektionierte, zumeist ganz oder teilweise eingefärbte Brillen angeboten. Sie sollen ungenügende Beleuchtungsverhältnisse am Arbeitsplatz korrigieren oder Reflexe auf der Schirmoberfläche u. ä. vermindern. Der Nutzen solcher Brillen ist nicht erwiesen. Dies bestätigt auch eine Studie der ETH Zürich aus dem Jahre 1995 (Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie). Aus den bereits angeführten Gründen (Herabsetzung der Leuchtdichtekontraste auf der Netzhaut usw.) sind sie nicht zu empfehlen.

6.2.5 Augentraining

Es tönt fast unglaublich, entspricht aber den Tatsachen: Die Augen lassen sich trainieren! Allerdings geht es nicht darum, durch Muskeltraining eine bedeutende Fehlsichtigkeit zu korrigieren, weil sich die Optik des Auges nicht verändern lässt.

Mit Brillen oder Kontaktlinsen können wir das Auge technisch genau korrigieren. Nun kann man aber feststellen, dass Menschen mit genauer Brillenkorrektur – oder wenn sie in natürlicher Weise rechtsichtig sind – dennoch nicht alle gleich gut sehen. Es ist erstaunlich, wie unterschiedlich die Sehqualitäten sind. Die Ursachen für diese Tatsache sind physisch meistens gar nicht erkennbar.

Würde man das Auge von der technischen Qualität her beurteilen, müsste man es als ein sehr primitives Organ bezeichnen. Ein Photoapparat in dieser Ausführung wäre kaum brauchbar. Erst durch die Verbindung mit dem Gehirn entsteht die wunderbare Fähigkeit, die wir Sehen nennen. So ist bei Neugeborenen das Auge als Organ zwar sofort funktionsfähig, aber die optische Wahrnehmung muss erst erlernt werden.

Man kann durchaus auch als Erwachsener noch lernen, die Qualität der Augen zu verbessern. Es gibt Menschen, deren optisch unbedeutende Fehlsichtigkeiten verschiedene Beschwerden zur Folge haben können: Kopfschmerzen, Ermüdungserscheinungen oder Lichtempfindlichkeiten. Allerdings gibt es auch Personen, die bei gravierenden Sehfehlern solche Beschwerden nicht haben. Ein richtiges, von einer fachkompetenten Person geleitetes Sehtraining kann dazu beitragen, solche Beschwerden zu reduzieren oder sogar ganz zu beseitigen.

Die Suva führt selber keine Sehtrainingskurse durch. Sie kann aber auf Anfrage hin entsprechende Kontakte vermitteln.

6.3 Orthopädische Gesichtspunkte

6.3.1 Last des Sitzens

Etwa 80'000 Stunden eines im Büro verbrachten Arbeitslebens verbringt der Mensch sitzend. In dieser Zeit könnte er rund 10mal um die Erde marschieren, was natürlich deutlich gesünder wäre. Falsches Sitzen ist eine der für die Wirbelsäule schädlichsten Körperhaltungen (Bild 92).

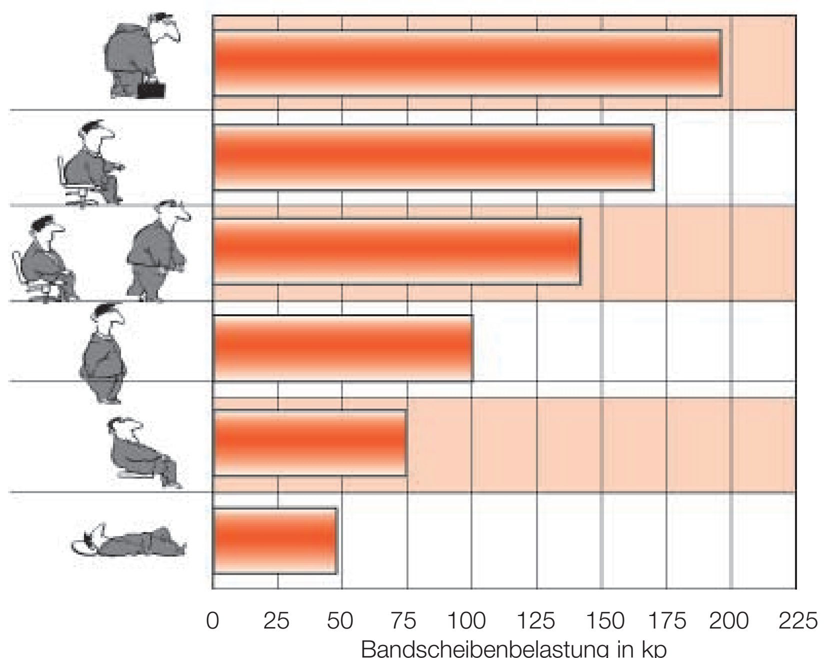


Bild 92
Bandscheibenbelastungen bei verschiedenen Körperhaltungen.

6.3.2 Bedeutung der körperlichen Betätigung

Die Tendenz zu Bewegungsarmut und körperlichen Zwangshaltungen, die wir in vielen Bereichen unserer modernen Industriegesellschaft beobachten können – man denke nur an das Autofahren und das Fernsehen zu Hause – ist durch die Einführung von Bildschirmarbeitsplätzen weiter verstärkt worden. Die grosse Bedeutung, die der Freizeitsport gerade deshalb für den Menschen erlangt hat, ist Ausdruck dafür, dass für das allgemeine Wohlbefinden eine körperliche Betätigung unerlässlich ist. Aber nicht nur für das Wohlbefinden, sondern auch zur Verhütung von vorzeitigen Abnutzungserscheinungen an Muskeln und Gelenken ist eine regelmässige körperliche Betätigung unerlässlich.

Es besteht durchaus die Möglichkeit, sich durch die Änderung von bestimmten Gewohnheiten mehr Bewegung im Büroalltag zu verschaffen. Das Treppensteigen ist viel gesünder als das Liftfahren (Bild 93), für das Aktenstudieren, Telefonieren und Diskutieren kann man auch mal aufstehen und sogar einige Schritte gehen, in den Pausen soll der Arbeitsplatz verlassen werden usw.

6.3.3 Zwangshaltungen

Beim Bildschirmarbeitsplatz hat die Anordnung von Bildschirm und Tastatur eng vorgeschriebene Blickrichtungen und Sitzhaltungen zur Folge (Zwangshaltungen), dies noch mehr als bei der traditionellen Büroarbeit. Dazu kommt, dass die Bildschirmarbeit hohe Anforderungen an die Konzentrationsfähigkeit stellt, was die Muskelverkrampfungen zusätzlich fördert.

Zwangshaltungen (verkrampfte, starre Haltungen) können zu Beschwerden am Bewegungsapparat (Wirbelsäule, Arme, Hände) führen. Diese bestehen in schmerzhaften Muskelverspannungen und Reizzuständen im Bereich von Sehnenansätzen und Gelenken. Bei jüngeren Menschen können sich bereits vorhandene Fehlhaltungen, vor allem im Bereich der Brustwirbelsäule, verstärken.

In letzter Zeit wird viel von der «Bildschirmkrankheit» RSI gesprochen. RSI heisst «Repetitive Strain Injury» und kann mit «Schädigung durch häufige Belastung» übersetzt werden. Hierbei handelt es sich um einen Sammelbegriff für Beschwerden, die bei der Bildschirmarbeit vorzugsweise im Bereich von Händen und Unterarmen auftreten können. RSI-Symptome treten praktisch an allen Arbeitsplätzen auf, an denen häufig wiederholte, kraftvolle oder auch kraftlose Bewegungen nötig sind. Durch eine geeignete ergonomische Arbeitsplatzgestaltung (vgl. Kap. 3 und 4) sowie durch sporadisch eingestreute Entspannungsübungen lässt sich RSI-Symptomen wirkungsvoll vorbeugen.

Als Faustregel gilt, dass eine Körperhaltung um so besser ist, je weniger sie das Skelett und die Haltemuskulatur des Körpers belastet. Jede starre Haltung ist hingegen schlecht. Der wichtigste Leitsatz, um Hal-

tungsschäden vorzubeugen, heisst deshalb: Einseitigkeit vermeiden!

6.3.4 Verhütung von Ermüdungen

Durch eine Arbeitsorganisation, die eine gesunde Mischtätigkeit ermöglicht, kann viel erreicht werden. Wichtig für die Gesundheit des Beschäftigten ist auch, dass sein Arbeitsplatz ergonomisch gut gestaltet ist und dass durch eine gute Programmauswahl die psychomentale Belastung möglichst gering gehalten wird (Bild 94).

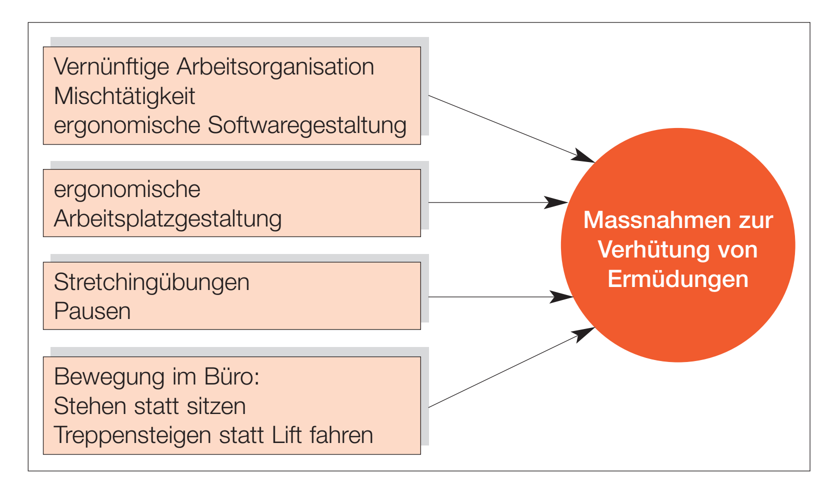


Bild 94
Massnahmen zur Verhütung von Ermüdungen.

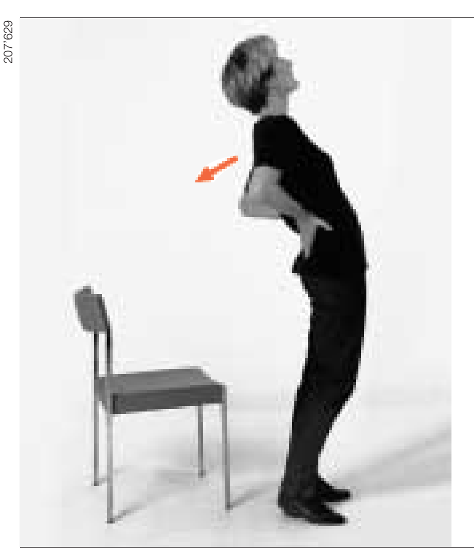
207'628



Bild 93
Treppen steigen statt Lift fahren.

Es ist unbestritten, dass Bewegungs- oder Stretchingübungen das Wohlbefinden deutlich verbessern können. Solche Übungen lassen sich im Sitzen, Stehen oder Liegen durchführen. Die heutigen Arbeitsplatzverhältnisse erlauben Übungen im Liegen leider selten, obschon diese am wirkungsvollsten sind. Allerdings besteht die Möglichkeit, Übungen zu Hause – am Morgen und am Abend – auszuführen, wo dann bezüglich Übungsart keine Schranken gesetzt sind. In den Bildern 95-107 werden dreizehn unterschiedliche Übungen vorgestellt, die regelmässig am Arbeitsplatz durchgeführt werden sollen. Ergonomisch sinnvoll wäre es, jede Stunde eine dieser Übungen zu machen. Falls eine Übung wider Erwarten Beschwerden verursacht, sollten Sie zur Sicherheit einen Arzt konsultieren.

207'629



Ausgangsstellung
Stehen Sie aufrecht und legen Sie beide Hände ans Kreuz.

Übungsablauf
Bewegen Sie den Oberkörper langsam nach hinten und richten Sie den Blick gegen die Decke, die Knie bleiben gestreckt. Bleiben Sie kurz in der Endstellung, atmen Sie dabei normal weiter.
Wiederholen Sie diese Übung 5- bis 10mal.

Bild 95
Übung 1: Bewegungsübung für den Rücken.

207'630

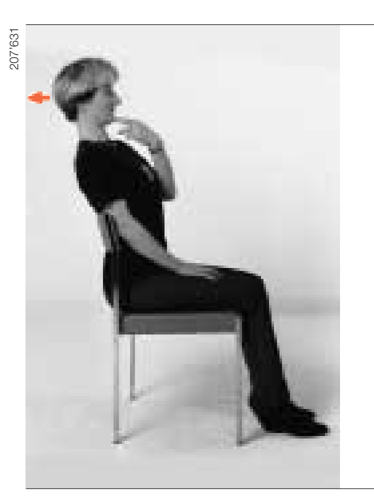


Ausgangsstellung
Sitzen Sie aufrecht und lassen Sie die Arme locker herabhängen.

Übungsablauf
Heben Sie die Arme seitlich und strecken Sie Ellbogen und Hände nach hinten. Schieben Sie dabei den Brustkorb nach vorne. Bleiben Sie kurz in dieser Endstellung, atmen Sie dabei normal weiter. Lassen Sie die Arme anschliessend wieder locker hängen.
Wiederholen Sie diese Übung mehrmals.

Bild 96
Übung 2: Strecken von Schultern, Armen und Händen.

207'631

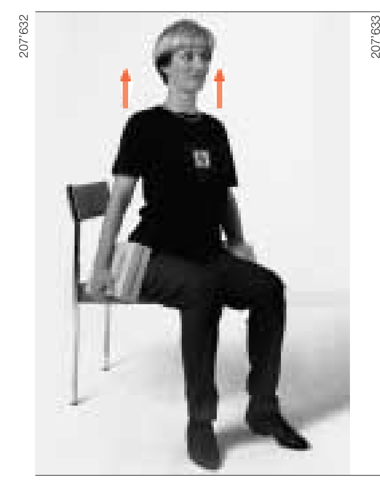


Ausgangsstellung
Sitzen Sie aufrecht. Legen Sie den Zeige- und Mittelfinger an das Kinn.

Übungsablauf
Schieben Sie das Kinn nach hinten. Blicken Sie dabei immer geradeaus und halten Sie den Oberkörper stabil. Bleiben Sie kurz in dieser Endstellung.
Wiederholen Sie diese Bewegung 5- bis 10mal.

Bild 97
Übung 3: Bewegungsübung für den Nacken.

207'632



207'633

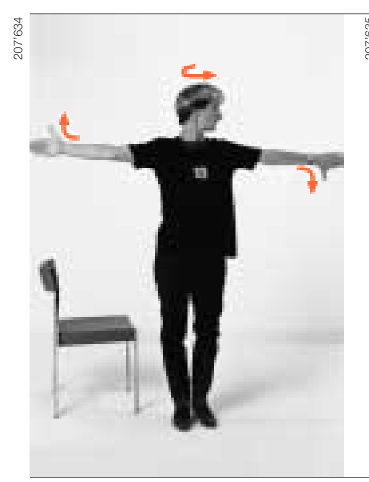


Ausgangsstellung
Sitzen oder stehen Sie aufrecht und fassen Sie mit jeder Hand ein Buch oder eine volle Getränkeflasche.

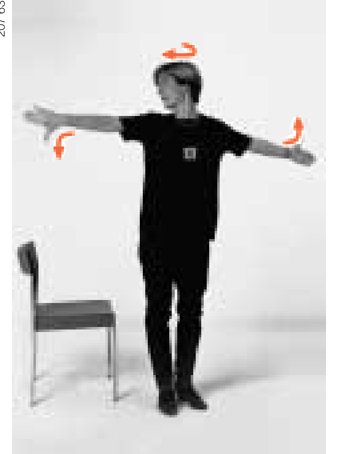
Übungsablauf
Ziehen Sie die Schultern nach oben und bleiben Sie kurz in dieser Position. Lassen Sie danach die Schultern wieder locker herabsinken.
Wiederholen Sie diese Übung 10- bis 15mal.

Bild 98
Übung 4: Übung zum Entspannen der seitlichen Nackenmuskeln.

207'634



207'635



Ausgangsstellung
Sitzen oder stehen Sie aufrecht. Heben Sie beide Arme seitwärts, so dass der Daumen auf der einen Seite nach unten, auf der anderen Seite nach oben gerichtet ist. Drehen Sie den Kopf auf jene Seite, auf welcher der Daumen nach unten gerichtet ist.

Übungsablauf
Drehen Sie den Kopf auf die andere Seite und richten Sie dabei gleichzeitig den Daumen dort nach unten, auf der Gegenseite nach oben. Bleiben Sie kurz in dieser Endstellung.
Wiederholen Sie diese Drehbewegungen 10- bis 15mal.

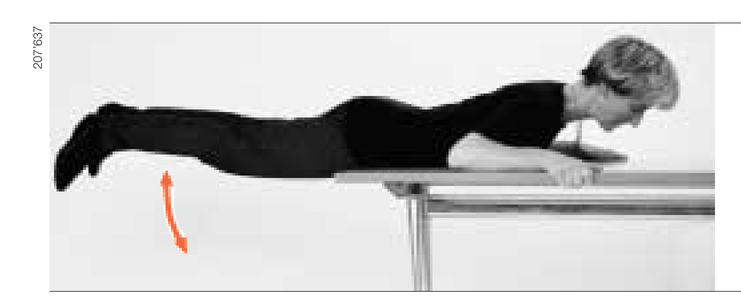
Bild 99
Übung 5: Lockern der oberen Wirbelsäule.



Ausgangsstellung
Sitzen Sie aufrecht und lassen Sie die Arme locker herabhängen. Fassen Sie mit einer Hand seitlich die untere Sitzkante.

Übungsablauf
Halten Sie sich mit der einen Hand an der Stuhlkante, verlagern Sie den Oberkörper zur Gegenseite und neigen Sie dann den Kopf seitlich langsam weiter, bis Sie eine Dehnung seitlich am Nacken spüren. Bleiben Sie jeweils kurz in dieser Endstellung.
Wiederholen Sie diese Übung auf beiden Seiten 5- bis 10mal.

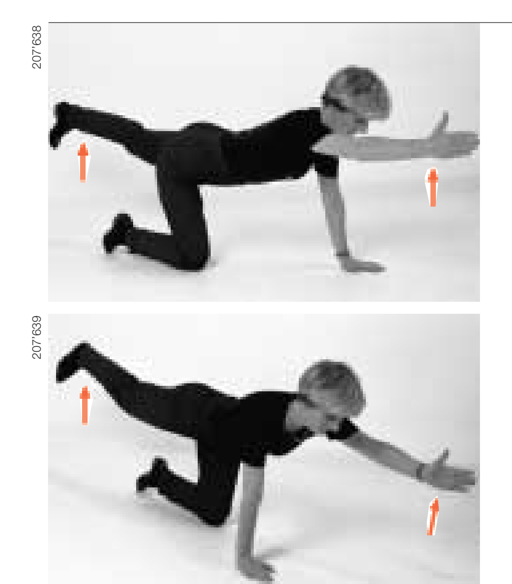
Bild 100
Übung 6: Dehnen der seitlichen Nackenmuskulatur.



Ausgangsstellung
Legen Sie sich mit dem Oberkörper flach auf den Tisch und halten Sie sich an der Tischplatte fest.

Übungsablauf
Spannen Sie zuerst die Gesässmuskeln an und heben Sie beide Beine bis in die Horizontale.
Wiederholen Sie diese Übung 10- bis 15mal.

Bild 101
Übung 7: Kräftigen und Entspannen des Rückens.



Ausgangsstellung
Knien Sie auf den Boden und stützen Sie den Oberkörper mit den Händen ab.

Übungsablauf
Strecken Sie nun gleichzeitig den linken Arm und das rechte Bein bis in die Horizontale.
Wechseln Sie danach auf den rechten Arm und das linke Bein.
Wiederholen Sie diese Übung 5- bis 10mal.

Bild 102
Übung 8: Stabilisieren und Kräftigen des Rückens.

207'640



Ausgangsstellung

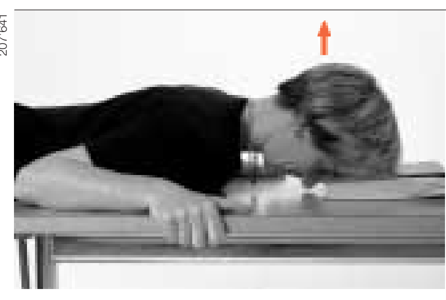
Legen Sie sich auf den Rücken, beugen Sie die Knie und stellen Sie die Füsse auf den Boden.

Übungsablauf

Heben Sie nun das Becken soweit an, bis Rücken und Oberschenkel eine gerade Linie bilden.
Wiederholen Sie diese Übung 10- bis 15mal.

Bild 103
Übung 9: Stabilisieren und Kräftigen im Kreuz.

207'641



207'642



Ausgangsstellung

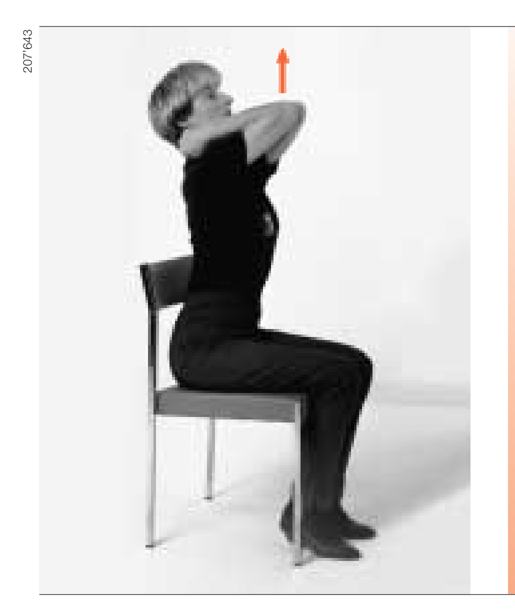
Lehnen Sie sich mit dem Oberkörper auf den Tisch, die Stirn auf einem Buch abgestützt.

Übungsablauf

Heben Sie nun den Kopf kurze Zeit, wobei Sie immer nach unten auf den Tisch blicken.
Bleiben Sie kurz in dieser Endstellung. Senken Sie dann wieder den Kopf und stützen Sie die Stirn auf dem Buch ab.
Wiederholen Sie diese Übung 10 - 15mal.

Bild 104
Übung 10: Kräftigen und Lockern der Nackenmuskeln.

207'643



Ausgangsstellung

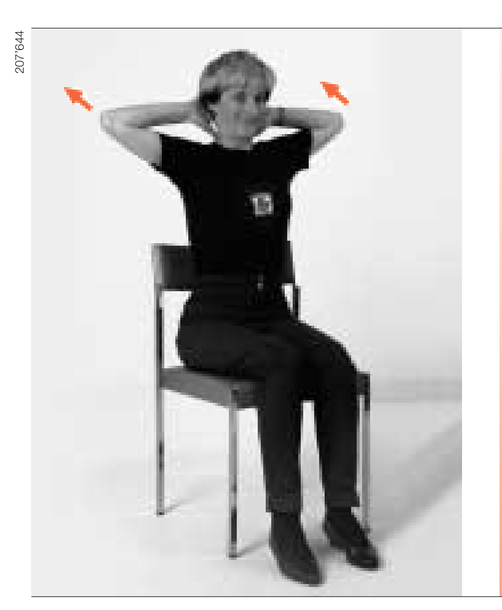
Sitzen Sie aufrecht und legen Sie beide Hände an den Nacken, die Ellbogen sind nach vorne gerichtet und berühren sich während der ganzen Übung.

Übungsablauf

Heben Sie die Ellbogen nach oben, die Hände bleiben dabei locker am Nacken angelegt.
Bleiben Sie kurz in dieser Endstellung.
Wiederholen Sie diese Übung 10- bis 15mal.

Bild 105
Übung 11: Bewegungsübung für die Brustwirbelsäule.

207'644

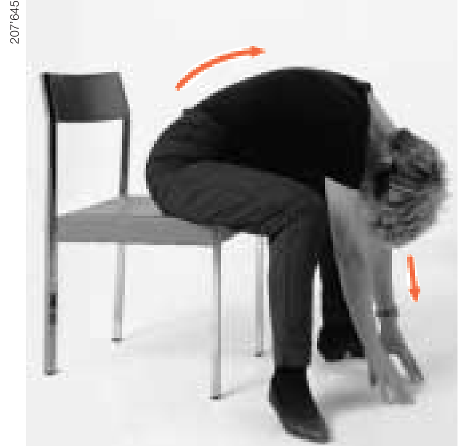


Ausgangsstellung
Sitzen Sie aufrecht und legen Sie beide Hände an den Nacken, die Ellbogen seitlich nach aussen gerichtet.

Übungsablauf
Bewegen Sie die Ellbogen nach hinten, die Hände bleiben dabei locker am Nacken angelegt. Schauen Sie immer geradeaus und bleiben Sie jeweils kurz in dieser Endstellung.
Wiederholen Sie diese Übung 10- bis 15mal.

Bild 106
Übung 12: Dehnen der vorderen Schultermuskulatur.

207'645



Ausgangsstellung
Sitzen Sie aufrecht, die Hände vorne zwischen den Oberschenkeln.

Übungsablauf
Beugen Sie den Rumpf, lassen Sie Kopf und Arme nach unten hängen und versuchen Sie mit den Handflächen den Boden zu berühren. Bleiben Sie kurz in dieser Endstellung, atmen Sie dabei normal weiter.
Wiederholen Sie diese Übung einige Male.

Bild 107
Übung 13: Dehnen der Rückenmuskulatur.

6.4 Empfehlungen

Beschwerdefreies Arbeiten am Bildschirm ist möglich, wenn man einige wichtige Grundsätze beachtet:

Grundsätze
Der Arbeitssitz muss richtig eingestellt und den persönlichen Merkmalen (Grösse, Gewicht) angepasst sein (Höhe, Rückenlehne, Neigung; allenfalls dynamisch sitzen).
Die Höhe des Arbeitstischs muss der Sitzhöhe bzw. der Grösse der Person, die an einem bestimmten Arbeitsplatz beschäftigt ist, angepasst werden.
Eine Fussstütze kann dazu beitragen, die Höhenverhältnisse zu optimieren (vor allem wenn keine höhenverstellbaren Tische vorhanden sind).
Zwischen der Tischkante und der Tastatur soll ein Zwischenraum von 10 bis 20 cm vorhanden sein, damit die Hände abgestützt werden können. Eine Handgelenkstütze kann hilfreich sein.
Für die Maus braucht es genügend Platz und eine Mausmatte. Mausmatten gibt es auch mit einer Handgelenkstütze. Die Maus soll locker geführt werden.
Der Bildschirm darf nicht zu hoch plaziert werden (Blicklinie Augen-Bildschirmoberkante höchstens horizontal, besser etwas abfallend). Der Rechner soll nicht unter dem Bildschirm, sondern unter dem Tisch installiert werden (was auch lärmtechnisch sinnvoll ist).
Der Bildschirm soll, je nach Grösse, in etwa 60 bis 90 cm Abstand zum Benutzer aufgestellt werden.
Spiegelungen von Leuchten und Fenstern sind durch eine entsprechende Aufstellung des Bildschirms zu vermeiden.
Regelmässige Lockerungs- und Stretchingübungen helfen bei der Vermeidung von Beschwerden. Auch die Hände gehören dazu (Belastung durch Tastatur und Maus).
Jede Möglichkeit zur Bewegung im Alltags- und Berufsleben soll genutzt werden.

Tabelle 15
Grundsätze für ein beschwerdefreies Arbeiten am Bildschirm.

Treten bei der Bildschirmarbeit trotz optimaler ergonomischer Arbeitsplatzgestaltung Beschwerden in Form von Augenbrennen, Augentränen, Kopfweh u.ä. auf, so ist eine Überprüfung der Sehschärfe beim Augenarzt angebracht. Bei den meisten Menschen tritt die Alterssichtigkeit um das 40. Lebensjahr ein; die Anschaffung einer Altersbrille wird dann meist unumgänglich. Der behandelnde Augenarzt ist über die speziellen Arbeitsplatzverhältnisse, besonders über die Distanz Auge-Bildschirm, zu informieren.

Wenn immer möglich, sollte durch eine geeignete Arbeitsorganisation (Mischarbeit) monotone, einseitige Bildschirmarbeit vermieden werden (Zwangshaltungen, Überlastungssyndrome).

Die Luftfeuchtigkeit am Arbeitsplatz sollte nach Möglichkeit nicht unter 20 bis 30% absinken. Ist der Lärmpegel zu hoch, müssen die Lärmquellen eruiert und nach Möglichkeit beseitigt, z.B. in andere Räume verlegt werden. Ist der Lärmpegel zu gering («Bibliotheksatmosphäre»), muss er durch geeignete Massnahmen angehoben werden (z.B. mittels Klimaanlage).

7 Aufgaben- und arbeitspsychologische Aspekte

Wenn eine neue Computertechnologie (z. B. Bürosysteme, Produktions-, Planungs- und Steuerungssysteme) eingeführt wird oder eine bestehende wesentlich verändert wird, dann entspricht dieser Vorgang nicht der Anschaffung beliebiger neuer Maschinen. Um es prägnant zu formulieren: «Softwaregestaltung ist (zumeist) Arbeitsgestaltung!»

Moderne integrierte Computersysteme sind meistens offen, so dass die Nutzung und die Arbeitsorganisation durch die Technik nicht eindeutig festgelegt sind. In den Systemen liegen enorme Entwicklungspotentiale, aber auch Gefahren. Die Arbeit kann durch eine Neugestaltung interessanter, aber auch durch die Fortsetzung bestehender Arbeitsteilung langweiliger werden.

Dieses Kapitel gibt Fachleuten und interessierten Benutzern Tips und Hinweise, worauf bei der Einführung neuer Technologien besonders zu achten ist. Firmen, die eine neue Bürotechnologie einführen wollen, sollten neben dieser Broschüre weitergehende Literatur beiziehen und sich nach Möglichkeit durch fachlich ausgewiesene Institutionen beraten lassen.

7.1 Allgemeine Gestaltungskriterien

Moderne Computertechnologie lässt sich nur ökonomisch sinnvoll einführen, wenn gleichzeitig auch die damit zusammenhängenden markanten Veränderungen der Arbeitsorganisation und der Arbeitsabläufe mit in Betracht gezogen, entsprechend geplant und realisiert werden. Dabei werden die konkreten Arbeitsbedingungen aller Betroffenen oftmals stark beeinflusst.

7.1.1 Kriterien für die Arbeitstätigkeit

Wenn die Mehrzahl der Arbeitsplätze eines Unternehmens mit Bildschirmen ausgestattet oder an Personalcomputer angeschlossen wird, sollten die Kriterien für menschengerechte Arbeit und Aufgabengestaltung berücksichtigt werden. Menschengerechte Arbeitsverhältnisse zeichnen sich durch die Einhaltung der folgenden vier Bedingungen aus:

1. Menschengerechte Arbeit hat keine körperlichen Schädigungen zur Folge.
Schädigungen der physischen und/oder psychophysischen Gesundheit sind zumeist objektiv feststellbar und müssen eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen zur Folge haben. Beispiele: Magen- oder Darmerkrankung als Folge mehrjähriger Arbeit in Wechselschicht unter Einschluss von Nachtarbeit, degenerativ-rheumatische Erkrankung infolge ständiger sitzender Tätigkeit mit ergonomisch ungünstigem Mobiliar am Bildschirmarbeitsplatz.

2. Menschengerechte Arbeit beeinträchtigt das Lebensgefühl nicht.
Die Beeinträchtigungen betreffen im wesentlichen das psychische und soziale Wohlbefinden. Sie lassen sich oft erst eindeutig feststellen, wenn sie in objektiv feststellbare Schädigungen übergegangen sind. Beispiele: Gefühl, aufgrund von Zeitdruck und/oder Leistungslohn gehetzt zu sein, depressive Verstimmung als Folge sozialer Isolation, Einschränkung sozialer Kontaktmöglichkeiten durch Arbeit im Wechselschichtsystem, psychosomatische Erkrankungen aufgrund langandauernder Stressbedingungen.

3. Menschengerechte Arbeit fördert die Persönlichkeit.
Die Entwicklung der Persönlichkeit der Beschäftigten vollzieht sich auch in der Ausein-

andersetzung mit der Arbeitstätigkeit. Von zentraler Bedeutung ist hier die menschengerechte Aufgabengestaltung (vgl. Kap. 7.1.2).

4. Menschengerechte Arbeit ist zumutbar. Zumutbar sind Arbeitstätigkeiten dann, wenn sie den individuellen Bedürfnissen sowie gruppenspezifischen und gesellschaftlichen Normen und Werten entsprechen. Es hängt somit stark von der Qualifikation und dem Anspruchsniveau der Arbeitenden ab, ob eine Tätigkeit als zumutbar empfunden wird oder nicht. So führt eine bessere Ausbildung zu steigenden Ansprüchen und verringert die Akzeptanz für eintönige Tätigkeiten.

Eine menschengerechte Arbeitstätigkeit ist dadurch gekennzeichnet, dass sie die psychophysische Gesundheit der Beschäftigten nicht schädigt und ihr psychosoziales Wohlbefinden nicht – oder höchstens kurzfristig – beeinträchtigt, dass ihren Bedürfnissen und Qualifikationen entsprochen, individuelle oder kollektive Mitbestimmung bei der Arbeitsgestaltung ermöglicht sowie die Entfaltung der Potentiale und die Förderung der Kompetenzen unterstützt wird.

7.1.2 Kriterien für die Aufgabengestaltung

Um eine menschengerechte Aufgabengestaltung sicherzustellen, ist auf folgendes zu achten:

- **Ganzheitliche Aufgaben:** Ganzheitlich ist eine Arbeit dann, wenn ein Arbeitsvorgang vom Anfang bis zum Schluss selbständig erledigt werden kann (Vorbereitung, Durchführung, Kontrolle); die Beschäftigten können die Ergebnisse ihrer Aufgabenbearbeitung selber auf Übereinstimmung mit den gestellten Anforderungen überprüfen.
- **Abwechslungsreiche Aufgaben:** Abwechslungsreich ist eine Aufgabe, wenn verschiedene Körperhaltungen (sitzen, gehen, stehen usw.), unterschiedliche Sinneswahrnehmungen (sehen, hören, sprechen usw.) sowie verschiedene geistige Funktionen (planen, problemlösen, kombinieren) zur Aufgabenbearbeitung gehören.
- **Soziale Interaktionsmöglichkeiten:** Der Einsatz von neuer Technologie darf nicht zur Isolation der Beschäftigten führen. Aus diesem Grund sind Arbeitsabläufe so zu organisieren, dass Kooperationen möglich oder gar nötig werden. Gruppenarbeitsplätze ermöglichen sinnvolle Arbeitsteilungen und berücksichtigen die sozialen Bedürfnisse der Arbeitenden.
- **Autonomie:** Autonomie wird gefördert, wenn die Aufgabenerfüllung Dispositions- und Entscheidungsspielräume beinhaltet. Der Benutzer muss nicht nur stur irgendwelchen Vorgaben folgen, sondern kann seine Flexibilität und Erfahrung unmittelbar in die eigene Aufgabenbearbeitung einfliessen lassen.
- **Lernmöglichkeiten:** Eine Aufgabe regt zum weiteren Lernen an, wenn sie problemhaltige Aspekte enthält, zu deren Erledigung vorhandene – aber bisher ungenutzte – Qualifikationen eingesetzt und erweitert bzw. neue Qualifikationen erworben werden müssen.
- **Zeitelastizität:** Um einen unnötigen Zeitdruck zu vermeiden, sollten Zeitpuffer bei der Festlegung von Vorgabezeiten geschaffen werden.
- **Sinnhaftigkeit:** Arbeitsergebnisse werden dann als sinnvoll erlebt, wenn ihr gesellschaftlicher Nutzen einsichtig ist und die Herstellungsbedingungen als vertretbar gelten (z.B. in ökologischer Hinsicht).

Da anstehende Veränderungen immer auch Ängste und Widerstände auslösen können, ist es wichtig, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter schon bei der Planung von Neuerungen beratend mit einzubeziehen.

Bei grösseren Umstrukturierungen, z.B. bei der Umstellung auf teilautonome Arbeitsgruppen, sollte immer auch an jene Mitarbeiter gedacht werden, die nicht willens oder nicht in der Lage sind, die für die Integration notwendigen Qualifikationen zu erwerben. Dank der hohen Flexibilität der neuen Technologien ist es oft möglich, in der Arbeitsorganisation von teilautonomen Gruppen auf weniger qualifizierte Benutzer Rücksicht zu nehmen, ohne dass deswegen Aufgabenstellungen und Zielsetzungen reduziert werden müssen.

7.1.3 Kriterien für die Mensch-Computer-Funktionsverteilung

Die im letzten Abschnitt beschriebenen Kriterien beziehen sich auf die Gestaltung der Arbeitsaufgaben, welche in den Händen der Benutzer verbleiben (siehe die Verbindung «Aufgabe–Benutzer» in Bild 78, S. 50). In diesem Abschnitt werden Kriterien für die Verbindung «Aufgabe–Computer» (vgl. Bild 78) vorgestellt.

Die wesentlichen Fragen lauten: Welche Funktionen sollen automatisiert werden? Wie sieht die neue Aufgabe in der Interaktion mit dem Computer aus? – Antworten auf diese Fragen betreffen den Gestaltungsbereich der Mensch-Maschine-Funktionsverteilung. Die folgenden vier Kriterien lassen sich aufführen:

1. Kopplung
Kopplung bedeutet die Bindung des Nutzers an maschinenseitige Bedingungen wie Zeit, Ort, Bearbeitungsverfahren. Je stärker die Kopplung ist, desto eingeschränkter ist der Benutzer hinsichtlich der vier genannten Aspekte. Eine geringe Kopplung ist daher wünschenswert.

2. Transparenz
Der Benutzer sollte die Möglichkeit haben, sich eine adäquate Vorstellung von der inneren Logik des Computerprogramms zu bilden sowie über Art, Zeitpunkt und Ausmass der Systemrückmeldungen. Je transparenter das System gestaltet ist, desto einfacher kann dieses Kriterium erfüllt werden.

3. Dominanz
Hier ist die Aufteilung der Entscheidungsgewalt über Informationszugang und Beeinflussung der Aufgabenausführung zwischen Benutzer und Computer gemeint. Je mehr Entscheidungsmöglichkeiten in den Händen des Benutzers verbleiben, je weniger er also zum abhängigen Maschinenbediener degradiert wird, desto besser sind die Kriterien für eine menschengerechte Aufgabengestaltung erfüllt (vgl. Kap. 7.1.2).

4. Flexibilität
Dieses Kriterium bezieht sich auf die Veränderbarkeit einer einmal festgelegten Funktionsteilung zwischen Benutzer und Computer sowie auf die Aufteilung der diesbezüglichen Entscheidungsgewalt. Wenn z. B. für eine Funktion mehrere wählbare Dominanzstufen gegeben sind, liegt eine flexible Funktionsverteilung vor. Der Benutzer hat die Möglichkeit, eigenständig bestimmte Aufgaben teilweise oder vollständig an den Computer zu delegieren.

7.2 Häufige Problembereiche und sinnvolle Lösungsansätze

Die Erfahrung zeigt, dass verschiedene Beschwerden, über die an Datensichtgeräten Beschäftigte häufig klagen, nur teilweise mit der Bildschirmarbeit an sich zu tun haben. Die Einflüsse der Arbeitsorganisation, der Aufgabengestaltung und des sozialen Klimas sind oft bedeutsamer. So können vor allem Stress, das Gefühl der Überforderung, aber auch Monotonie und Unterforderung psychische und körperliche Beschwerden bewirken. Eine psychologisch ungeschickte Überwachung durch Vorgesetzte oder durch ein automatisches System verstärkt in der Regel solche Störungen noch. Ebenso kann sich eine inadäquate Arbeitsorganisation und/oder schlechtes Betriebsklima negativ auf das Wohlbefinden der Benutzer auswirken.

7.2.1 Arbeitsstress

Ähnlich wie viele andere Tätigkeiten kann auch die Arbeit an Bildschirmgeräten mit Stress verbunden sein, d. h. mit einem Zustand psychischer Gespanntheit, dem eine erlebte Bedrohung durch Arbeitsbelastungen und Arbeitsbedingungen zugrunde liegt. Stress kann das Wohlbefinden und die Gesundheit der Beschäftigten negativ beeinflussen.

Was ist eigentlich Stress? – Stress ist ein Zustand unangenehmer Dauererregung und Anspannung, der durch eine Aufgabe oder Anforderung hervorgerufen wird, von der der Arbeitnehmer nicht weiss, ob er sie tatsächlich bewältigen kann (Bild 108). Die Erfüllung dieser Anforderungen ist für den Arbeitnehmer aber wichtig. Diese Daueranspannung äussert sich in Angst-, Ärger- und Frustrationsgefühlen, in hektisch-unüberlegten Verhaltensweisen und in körperlichen Sympto-

men wie Schlaflosigkeit, Magen- und Darmbeschwerden und Kopfschmerzen.

Als stressauslösende Faktoren (Stressoren) können sich Überbeanspruchungen, Unterforderung, Angstsituationen und verschiedene störende psychosoziale Einflüsse auswirken. Der Stressursachenbogen auf Seite 90 ermöglicht die Entdeckung einiger wesentlicher Faktoren.

Überbeanspruchung, Zeitdruck

Problem:
Zu einer qualitativen Überforderung kommt es, wenn Beschäftigte ihre Arbeitsaufgaben, z. B. wegen mangelnder Qualifikation oder Einarbeitung, ohne übermässigen Leistungsaufwand nicht bewältigen können.

Die quantitative Überforderung ergibt sich aus einem zu grossen Arbeitspensum.

Häufig führt auch übermässiger Zeitdruck zu Überbeanspruchungen und Stress.

Bei der Bedienung eines komplizierten Systems kann infolge Überforderung des technischen Verständnisses ein bedrückendes Gefühl des Ausgeliefertseins gegenüber einer undurchschaubaren Technik entstehen.

Lösungsansätze:
Der Arbeitgeber sorgt für die nötige Ausbildung während der Arbeitszeit. Dies ist insbesondere kurz vor und während der Einführung neuer Technik wichtig.

Eine dauerhafte quantitative Überforderung sowie Zeitdruck sollen durch eine Reorganisation der Arbeit oder Reduktion der Arbeitsmenge aufgefangen werden.

Wenn die Systembenutzung zu kompliziert ist, hilft meistens ein verbessertes Redesign der Benutzungsoberfläche (siehe die Verbindung Benutzer-Computer in Bild 78) unter



Bild 108
Die verschiedenen Stressfaktoren.

Beizug von Ergonomieexperten und unter Mitwirkung der Betroffenen.

Eintönige und inhaltsarme Aufgaben

Problem:

Manche Tätigkeiten am Bildschirm, vor allem an Dateneingabeplätzen, sind eintönig und inhaltsarm. Solche wenig anspruchsvollen Bedienungsarbeiten führen auf Dauer zu negativen psychosomatischen Auswirkungen. Eintönige Tätigkeiten sind gekennzeichnet durch

- gehäufte repetitive Arbeitsgänge
- verminderten persönlichen Handlungsspielraum (die Arbeitsgestaltung bedarf kaum eigener Entscheidungen)
- eingeschränkte zwischenmenschliche Kontakte (Fehlen des sozialen Arbeitsumfeldes)

Bei monoton-repetitiven Bildschirmtätigkeiten kann der Benutzer seine Fähigkeiten zu wenig und nur einseitig einsetzen. Solche Arbeiten führen zu Stress durch Unterforderung und zu rascherem Ermüden. Wer die Arbeit am Bildschirm als inhaltsleer empfindet oder sich sogar dem System ausgeliefert fühlt, ist in seinem körperlichen und seelischen Wohlbefinden beeinträchtigt.

Lösungsansätze:

Eine monotone und zu wenig anspruchsvolle Aufgabe lässt sich nur über entsprechende Aufgaben- und Arbeitsgestaltungsmassnahmen vermeiden. Diese Massnahmen können z.B. im Austausch von Bildschirmtätigkeiten mit Aufgabenbereichen mit einem grösseren Handlungsspielraum bestehen. Bei Mischarbeitsplätze sollte der Prozentsatz ohne Bildschirmarbeit bei 50 % liegen.

Angst

Problem:

Nicht selten wirken sich verschiedene angstmachende Faktoren als Stressoren aus (Bild 109). Bei manchen an Bildschirmgeräten Beschäftigten ist es beispielsweise die Angst vor

- dem Neuen
- Überforderung wegen der Kompliziertheit des Systems
- Disqualifizierung
- Strahlenschäden
- dem Verlust der Sehkraft
- dem Verlust der Stelle



Bild 109
Die Angst vor der Technik kann Kopfschmerzen bereiten.

Lösungsansätze:
Unbegründeten Ängsten muss durch sachliche Information, am besten im persönlichen Gespräch, begegnet werden. Sofern die Ängste System, Geräte und Arbeitsplatz betreffen, sollte dies durch einen von der Betriebsleitung bestimmten kompetenten Fachmann für den Einsatz von Bildschirmgeräten geschehen.

Begründete Ängste können am besten vermieden werden, wenn die Arbeitsplatzgestaltung im Rahmen eines geplanten, durch Mitsprache oder Mitbestimmung der Arbeitnehmer gekennzeichneten Prozesses geschieht. Bei diesem partizipativen Vorgehen geht es oftmals darum, zuerst das Anwendungssystem zu definieren und, darauf abgestimmt, das technische System zu gestalten. Das Anwendungssystem beinhaltet die Bereiche Arbeitsorganisation, Anwendungsregelung und personalpolitische Massnahmen wie Qualifizierung, Mitsprache und Mitbestimmung sowie Betreuung.

Psychosoziale Stressfaktoren

Problem:
Verschiedene störende psychosoziale Einflüsse, die nicht nur bei der Arbeit am Bildschirm vorkommen, können Stress bewirken oder ihn verstärken. Dazu gehören:

- uninteressanter bzw. als sinnlos empfundener Arbeitsinhalt
- Fehlen eines eigenen Verantwortungsbereichs
- Einschränkung zwischenmenschlicher Kontakte während der Arbeitszeit
- mangelnde Anerkennung der persönlichen Leistungen
- mangelnde Information über Planung, Organisation und Ergebnisse der Arbeit
- Konflikte mit Vorgesetzten, Kollegen, Kunden usw.
- psychologisch falsche Kontrollsysteme
- mangelnde Aufstiegschancen
- mangelnde Sicherheit des Arbeitsplatzes

Lösungsansätze:
Stress aufgrund einer schlechten Arbeits- und Aufgabengestaltung wird am besten über eine fachgerechte Reorganisation der mangelhaften Bereiche behoben.

Stress aufgrund von fehlender Autonomie und unzureichender Handlungskompetenz ist immer dann besonders problematisch, wenn gleichzeitig eine hohe Arbeitsbelastung vorliegt. Eine hohe Arbeitsbelastung mit gleichzeitig vorhandener Handlungskompetenz und Entscheidungsspielraum kann dagegen positiv motivierend und produktivitätssteigernd wirken.

Stress aufgrund ungenügender Führungsqualitäten der Vorgesetzten sollte durch eine Führungsweiterbildung für die betreffenden Vorgesetzten beseitigt werden. Führung wird in Zukunft immer mehr zu einer Dienstleistung der Organisation an ihren Mitarbeitern. Sie muss diese bei der Bewältigung der anstehenden Aufgaben unterstützen, statt nur zu kontrollieren. Gute Führung hilft der Weiterentwicklung und Förderung des selbständigen Denkens und Handelns auf allen Stufen.

Die Beurteilung der persönlichen Verhältnisse mit Hilfe einer Checkliste kann dazu beitragen, Stress abzubauen (Tabelle 16).

Welche der folgenden Bedingungen treffen auf Sie am ehesten zu?

	ja	weiss nicht	nein
Am Arbeitsplatz			
zu grosse Arbeitsmenge			
zu komplizierte Aufgaben			
zu komplizierte Benutzeroberfläche			
unklare Aufträge oder Erwartungen			
unklare Verantwortungsbereiche			
zu wenig Handlungs- und Entscheidungsspielraum			
einseitige körperliche Belastungen			
zu wenig Sinn im Aufgabenbereich			
zu grosse Verantwortung (Gefahr von Sach- oder Personenschäden)			
zu häufige Störungen und Unterbrechungen			
mangelhafte Arbeitsvorbereitung			
zu wenig bzw. keine Pausen			
ungünstige Schichtarbeitsbedingungen			
zu grosse Umgebungsbelastungen (Lärm, Staub, Hitze usw.)			
zu starke oder zu häufige Konflikte mit Vorgesetzten			
In der Freizeit, im Privatbereich			
zu starke Konflikte mit Partner(in)			
zu starke Konflikte mit den Kindern			
zu grosse Konflikte im Freundeskreis			
zu grosse Doppelbelastung Berufs-/Hausarbeit			
zu grosse finanzielle Sorgen			
zu viele Freizeitaktivitäten (Hobbys, Sport, Vereine usw.)			
zu wenig soziale Kontaktmöglichkeiten			
Andere Ursachen, nämlich:			

Tabelle 16
Checkliste für Stressursachen.

7.2.2 Arbeitszufriedenheit

Die Erfahrung zeigt, dass in der Regel zufriedene Arbeitnehmer mehr leisten, der Arbeit weniger fernbleiben und mehr Ausdauer haben als unzufriedene. Die Arbeitszufriedenheit hängt u.a. ab von

- der persönlichen Einstellung zur eigenen Tätigkeit bzw. zum Arbeitsinhalt
- der Sicherheit des Arbeitsplatzes
- der Gestaltung des Arbeitsplatzes
- den sozialen Beziehungen zu Kollegen und Vorgesetzten
- den Aufstiegsmöglichkeiten
- dem Verdienst.

Eine wesentliche Rolle spielt auch die ausserberufliche Lebenssituation (Familie usw.). Welches Gewicht den einzelnen Kriterien zuzumessen ist, hängt von der Persönlichkeit und den Ansprüchen des Arbeitnehmers ab. Gut ausgebildete Personen stellen eher höhere Ansprüche als schlecht ausgebildete (siehe das Kriterium «Zumutbarkeit», Kap. 7.1.1).

Will man die Arbeitszufriedenheit und damit die Arbeitsqualität an den Bildschirmarbeitsplätzen heben, gilt es nicht nur, dem Arbeitsinhalt, der Arbeitsgestaltung und der Arbeitsplatzgestaltung Beachtung zu schenken, sondern auch den individuellen Fähigkeiten und Eigenschaften der Beschäftigten. Wenn möglich sollte ihnen diejenige Arbeit zugeteilt werden, die ihnen am besten entspricht und wo sie sich am ehesten weiterentwickeln können.

7.2.3 Arbeitsorganisation

Wegen der verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von Bildschirmgeräten können keine allgemeingültigen Richtlinien für die zweckmässige Organisation der Arbeit am Bildschirm gegeben werden. Die heute üblichen Tätigkeiten am Bildschirm unterscheiden sich in folgenden, für die ergonomisch richtige Arbeitsorganisation bedeutsamen Punkten:

- Gesamtdauer der Beobachtung des Bildschirms
- Art und Intensität der Leseaufgaben
- Frequenz der Dateneingaben
- Dauer der systembedingten Wartezeiten
- Anteil des monotonen, langweiligen bzw. des interessanten, anspruchsvollen Arbeitsinhaltes
- erforderliches Arbeitstempo, Möglichkeit der Einflussnahme des Benutzers auf das Arbeitstempo
- Kontrolle des Arbeitstempos (z.B. der Anschlagzahl) durch Vorgesetzte
- Wechsel der Bildschirmarbeit mit anderen Tätigkeiten
- Entscheidungsbefugnisse des Bildschirmbenutzers betreffend Aufteilung und Gestaltung seiner Arbeit

In jedem Betrieb ist von der Geschäftsleitung nach Bedarf mindestens ein Verantwortlicher für die Gestaltung, Einrichtung und Kontrolle der Bildschirmarbeitsplätze sowie für die Instruktion des Personals zu bestimmen. Dieser muss entsprechend ausgebildet und dokumentiert werden. Er hat auch die Aufgabe, alle Bildschirmarbeitsplätze im Hinblick auf ergonomisch unzweckmässige Veränderungen durch die Benutzer periodisch zu überprüfen.

Lösungsansätze:
Als ergonomische und arbeitspsychologische Grundsätze für die Organisation der Tätigkeit an Bildschirmgeräten ist folgendes zu beachten:

- Die Auswahl des geeigneten Systems erfordert eine genaue Analyse der zu bearbeitenden Aufgaben und der Bedürfnisse des Betriebes. Diese Abklärungen sind vor der Einrichtung einer Computeranlage durch einen für die Anwendung verantwortlichen Fachmann und nicht durch den Einkäufer vorzunehmen.
- Über die Einrichtung oder Umgestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen oder einschneidende Veränderungen bezüglich Systemen, Technologie und Arbeitsorganisation soll möglichst frühzeitig mit den betroffenen Bildschirmbenutzern gesprochen werden, wobei ihnen nach Möglichkeit fachmännische Beratung angeboten und ein Mitspracherecht eingeräumt werden sollte.

- Vor Aufnahme oder bei Beginn der Arbeit an einem Bildschirmgerät sollten die Mitarbeiter in einem Informations- oder Schulungskurs auf ihre Arbeit vorbereitet werden. Die Ausbildung umfasst sinnvollerweise folgende Punkte:
  - Gesamtüberblick über das zu benutzende Informationssystem
  - Anwendung des Systems in bezug auf die konkrete Aufgabe
  - Aufklärung über die ergonomischen Grundsätze bei der Gestaltung des Bildschirmarbeitsplatzes (vgl. dazu Kap. 4 und 5). Dabei ist insbesondere die Wichtigkeit der individuellen Anpassung der Geräte und des Arbeitssitzes hervorzuheben.
- Die Führungskräfte sollten für den psychologisch richtigen Umgang mit dem Personal, welches Arbeit an Bildschirmen verrichtet, geschult werden.
- Die Tätigkeit des Bildschirmbenutzers ist interessant, wenn er verschiedenste komplexe Aufgaben zu erledigen hat. In der Praxis wird aber sein konkreter Aufgabenbereich oft stark eingeschränkt. Dem sollte nach Möglichkeit mit einer anspruchsvolleren Mischtätigkeit begegnet werden.
- Bei eintönigen Tätigkeiten mit einem hohen Anteil an Leseaufgaben am Bildschirm oder mit ausschliesslicher Dateneingabe und vorgegebenem Arbeitstempo ist eine Reduktion der Bildschirmarbeit auf etwa die Hälfte der üblichen Arbeitszeit angebracht. Ist dies aus betrieblichen Gründen nicht möglich, kann die Situation durch zusätzliche Kurzpausen entschärft werden. Es ist zu beachten, dass Arbeitsquantität und -qualität mit regelmässigen Pausen zunehmen.
- Einen negativen Einfluss auf das psychosoziale Wohlbefinden der Bildschirmbenutzer haben Leistungskontrollen, bei denen die Gesamtzahl der Tastenanschläge, Fehlerkorrekturen, Arbeitsunterbrechungen usw. erfasst werden. Die Beaufsichtigung durch den Vorgesetzten sollte offen erfolgen und nicht im Rücken der Mitarbeiter oder von einem durch Fenster oder Glaswand abgetrennten Chefraum aus.
- Eine möglichst weitgehende Übertragung der Verantwortung für die Einteilung der Arbeit, Arbeitspausen usw. an die Beschäftigten wirkt sich in psychosozialer Hinsicht immer günstig aus und dürfte meistens auch die Qualität der Arbeit positiv beeinflussen.

7.2.4 Dauer der Beschäftigung am Bildschirm, Pausenregelung

Eine wissenschaftlich hinreichend begründete allgemeingültige Aussage zu festen Arbeitszeitlimiten lässt sich nicht machen. Jede Arbeitssituation muss aufgrund ihrer besonderen Merkmale betrachtet werden.

Die Frage der Arbeitszeitbeschränkung an Bildschirmarbeitsplätzen spielt häufig – insbesondere auch bei der Ausarbeitung von Gesamtarbeitsverträgen – eine grosse Rolle. Einseitig belastende Arbeit irgendwelcher Art kann zu Überbeanspruchungen führen und sollte aus ergonomischen Gründen nicht ganztägig ausgeführt werden. Dies gilt übrigens keineswegs nur für gewisse Formen der Bildschirmarbeit, bei welchen vor allem die Augenmuskeln durch den ständigen Wechsel der Sehdistanz übermässig belastet werden können (z.B. bei ganztägiger Dateneingabe), sondern auch für andere Tätigkeiten wie Kassenarbeit im Supermarkt, Mikroskopieren oder Arbeiten, die mit kaum vermeidbaren Zwangshaltungen verbunden sind.

Der begrenzende Faktor ist bei der Bildschirmarbeit nicht der Bildschirm an sich, sondern die Gesamtheit der belastenden Arbeitskomponenten (Inanspruchnahme der Konzentrationsfähigkeit, Zeitdruck, Belastung des Hand-Arm-Systems durch monotone, repetitive Bewegungen, Augenbelastungen, psychische Faktoren, evtl. auch Zwangshaltungen).

In der Bundesverwaltung wird besonders belastende Arbeit an Bildschirmgeräten (ausschliessliche, intensive, monotone Bildschirmarbeit mit Initiative beim System, mit wenig oder keinen persönlichen Kontakten) auf maximal die Hälfte der täglichen Soll-

arbeitszeit begrenzt, sofern keine zwingenden dienstlichen Gründe dagegen sprechen, d. h. wenn aus arbeitsorganisatorischen Gründen eine Mischarbeit nicht durchführbar ist.

Ob derart strikte Regelungen auch für andere Betriebe und Verwaltungen Gültigkeit haben sollen, müssen die betroffenen Arbeitgeber und Arbeitnehmer jeweils unter den konkreten Gegebenheiten zusammen prüfen.

In der Regel sollte es möglich sein, die Arbeit so zu organisieren, dass die Tätigkeit am Bildschirm mit anderen Arbeiten abwechselt, bei denen der Mitarbeiter sich körperlich bewegen, zumindest aber die Körperhaltung ändern und die Tastaturarbeit unterbrechen kann (Mischtätigkeit). Lässt sich dies aus arbeitsorganisatorischen Gründen nicht bewerkstelligen, sollten zusätzliche Kurzpausen ermöglicht werden.

In vielen Betrieben hat sich für Personen, die ständig intensive Bildschirmarbeit verrichten, ein Pausenintervall von 15-20 Minuten alle zwei Stunden zu Lasten der Arbeitszeit durchgesetzt. Solche Pausen dienen der innerbetrieblichen Kommunikation besser als Kurzpausen von 5-10 Minuten nach einer Stunde, was aus arbeitsphysiologischer Sicht eigentlich vorzuziehen wäre.

Die heutigen arbeitsphysiologischen Erkenntnisse rechtfertigen es, dass gewisse Abweichungen von den im Arbeitsgesetz enthaltenen Vorschriften über die Mindestdauer von Pausen toleriert werden.

Arbeitsbedingte Pausen (z. B. warten, bis der Computer antwortet) bringen kaum Erholung und sind eher belastend. Sie können reguläre Pausen nicht ersetzen.

In den vorgeschriebenen Pausen sollten grundsätzlich keine Nebenarbeiten ausgeführt werden. Unter Umständen sind die Bildschirme auszuschalten. Bewegungsübungen zur Entspannung der Muskulatur von Wirbelsäule, Schultern und Armen sind empfehlenswert (vgl. Bilder 95-107).

8 Checklisten

8.1 Allgemeines

Die unter Kapitel 8.2 aufgeführten Checklisten betreffen

- Fragen zum Gerät (Bildschirm, Tastatur, Beleghalter); vgl. Kap. 8.2.1
- Fragen zum Mobiliar (Tisch, Stuhl, Fussstütze); vgl. Kap. 8.2.2
- Fragen zur Beleuchtung (Raumbeleuchtung, Raum und Bildschirm); vgl. Kap. 8.2.3
- Fragen für das an Bildschirmarbeitsplätzen beschäftigte Personal (Anpassung der einzelnen Elemente an Körperform und Tätigkeit, Bildschirmeinstellung und Unterhalt, Arbeitsorganisation und Gesundheitsvorsorge); vgl. Kap. 8.2.4

Diese Checklisten sollen Fachleuten, die Bildschirmarbeitsplätze einrichten, und interessierte Benutzer für ergonomische Fragestellungen sensibilisieren und ihnen helfen, einfache Probleme selbst zu lösen.

Die Checklisten sind so aufgebaut, dass sie für die praxisorientierte Verwendung kopiert werden können. Die richtige Antwort kann direkt abgelesen werden. In den Checklisten wird auch auf wichtige Textstellen hingewiesen.

Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, wurden Spezialfälle und gewisse Details bewusst weggelassen. Checklisten decken ohnehin nie alle möglichen Varianten ab. Die weggelassenen Informationen können dem Textteil entnommen werden.

Alle nachstehenden Forderungen zu erfüllen dürfte in der Praxis schwierig sein. Als Ziel muss deshalb ein Kompromiss angestrebt werden, den alle an Bildschirmarbeitsplätzen Beschäftigten annehmen können.

8.2 Checklisten für den praktischen Gebrauch

8.2.1 Checkliste für die Wahl des Gerätes

Nr.	Frage/Forderung	Siehe Kapitel	Forderung erfüllt	Forderung nicht erfüllt
	Bildschirm			
1	Ist der Bildschirm in der Höhe verstellbar?	4.2.2		
2	Ist der Bildschirm dreh- und neigbar?	4.2.2		
3	Sind die Schriftzeichen gut lesbar (Grösse, Form, Trennschärfe)? Um diese Frage beantworten zu können, empfiehlt es sich, willkürlich verschiedene Zeichen einzutippen.	3.1.7		
4	Sind die Zeichen auch in den Randzonen gut erkennbar?	3.1.7		
5	Ist die Zeichenhelligkeit stufenlos regelbar?	3.1.7		
6	Ist die Hintergrundhelligkeit stufenlos regelbar?	3.1.7		
7	Erscheinen die Zeichenränder bei einer Sehdistanz von 60 bis 80 cm scharf begrenzt?	3.1.7		
8	Verschwimmen benachbarte Grossbuchstaben (z. B. UU oder DD) nicht ineinander?	3.1.7		
9	Ist der Bildschirm flimmerfrei?	3.1.7		
10	Kann die Bildwiederholungsfrequenz (> 72 Hz) direkt am Bildschirm abgelesen werden?	3.1.7		
11	Lässt sich das Bild so einstellen, dass die schwarzen Ränder auf allen vier Seiten gleichmässig parallel zum Gehäuse erscheinen?	3.1.7		
12	Sind die Zeichen stabil?	3.1.7		
13	Ist die Bildschirmoberfläche entspiegelt (aufgerauht, vergütet)?	3.1.6		
14	Verursacht der Bildschirm oder Rechner (z. B. Ventilator) kein störendes Geräusch?	3.1.8		
15	Hat der Bildschirm eine Energiesparschaltung?	3.1.10		
	Tastatur			
16	Ist die Tastatur ergonomisch richtig gestaltet (Höhe, Neigung, Farbe, matte Tastenoberflächen)?	3.2		
	Maus			
17	Entspricht die Maus bezüglich Bedienung dem persönlichen Bedürfnis des Benützers (Form, Links- oder Rechtshänder)?	3.2.4		
	Zubehör			
18	Ist ein Beleghalter vorhanden?	3.3		
19	Ist der Beleghalter verschiebbar und sowohl in der Höhe wie auch der Neigung einstellbar?	3.3.3		
20	Ist eine Mausmatte mit integrierter Handgelenkstütze vorhanden?	4.4		

8.2.2 Checkliste für das Mobiliar

Nr.	Frage/Forderung	Siehe Kapitel	Forderung	
			erfüllt	nicht erfüllt
	Tisch			
1	Ist die Tischplatte wenigstens 80 cm tief und 120 cm breit?	3.4.2		
2	Ist der Tisch höhenverstellbar (68-82 cm)? Hat er, falls dies nicht zutrifft, eine Mindesthöhe von 72 cm?	3.4.3		
3	Ist keine Schublade oder Blende vorhanden, die auf die Oberschenkel drückt?	3.4.4		
4	Lässt sich die Höhe mittels Kurbel oder Drucktaste vom Benutzer einstellen?	3.4.3		
5	Kann die Tischfläche, falls sie nicht höhenverstellbar ist, geneigt werden?	3.4.3		
6	Ist unter dem Tisch genügend Beinraum vorhanden?	3.4.4		
7	Ist die Tischfläche matt und farblich neutral?	3.4.5		
8	Ist genügend Platz in Schubladen für persönliche Unterlagen vorhanden?	–		
9	Ist der Tisch ausreichend stabil (keine Vibrationen)?	–		
	Stuhl			
10	Ist ein höhenverstellbarer Stuhl vorhanden (42-55 cm)?	3.5.2		
11	Sind die 5 Rollen dem Bodenbelag angepasst?	3.5.2		
12	Hat der Stuhl eine richtig geformte, gepolsterte und neigbare Sitzfläche?	3.5.3		
13	Hat der Stuhl eine ergonomisch richtig geformte und in der Neigung verstellbare Rücklehne?	3.5.3		
	Fussstütze			
14	Steht, falls erforderlich, eine Fussstütze zur Verfügung (Mindestgrösse 45 x 35 cm)?	3.6		
15	Können Höhe und Neigung problemlos eingestellt werden?	3.6		
16	Ist die Fussstütze rutschfest?	3.6		
	Stehpult			
17	Kann als Alternative ein Stehpult für die Bildschirmarbeit gewählt werden?	3.4.7		
18	Ist das Stehpult bis auf eine Höhe von 120 cm verstellbar?	3.4.7		
19	Kann beim Stehpult die Arbeitsfläche geneigt werden?	–		

8.2.3 Checkliste für die Beleuchtung

Nr.	Frage/Forderung	Siehe Kapitel	Forderung	
			erfüllt	nicht erfüllt
	Raumbeleuchtung			
1	Liegt die Horizontalbeleuchtungsstärke zwischen 300 und 500 lx?	4.1.1.1		
2	Ist die Lichtfarbe «neutralweiss» oder «warmweiss»?	4.1.1.2		
3	Sind die Leuchten mit Hochfrequenzvorschaltgeräten ausgerüstet?	4.1.6		
4	Sind die Leuchten reihenweise schaltbar?	4.1.3		
5	Verursachen die Leuchten unzulässig hohe Leuchtdichten?	4.1.3		
6	Sind die Leuchten in Reihen parallel zur Blickrichtung (z. B. zu den Fenstern) angeordnet?	4.1.2		
7	Sind die Leuchten im Kreuzbandraster (kreuz und quer) angeordnet?	4.1.3		
	Raumbegrenzende Flächen			
8	Liegen die Reflexionsgrade der raumbegrenzenden Flächen und des Mobiliars innerhalb der Richtwerte?	4.1.1.3		
9	Sind Aussenlamellenstoren vorhanden?	4.1.2		
10	Kann, falls die Fenster über Eck verlaufen, eine Fensterfront abgedeckt oder völlig abgedunkelt werden?	4.1.2		
11	Sind allenfalls zur funktionellen Raumunterteilung mobile Stellwände vorhanden?	4.1.2		
	Raum und Bildschirm			
12	Befindet sich hinter dem Bildschirm im Blickfeld des Benutzers kein Fenster?	4.1.2		
13	Hat es hinter dem Bildschirm im Blickfeld des Benutzers keinen sehr viel helleren Hintergrund?	4.1.2		
14	Sind keine Spiegelbilder von Leuchten oder Fenstern bzw. kein Glanz auf Bildschirm, Tastatur, Beleg oder Tisch sichtbar?	4.1.1.5		
15	Ist der Bildschirm so plaziert, dass durch die Raumbeleuchtung keine Blendung auftritt?	4.1.3		
16	Ist der Bildschirm so aufgestellt, dass die Hauptblickrichtung parallel zu den Leuchtenreihen verläuft?	4.1.3		
17	Stimmen die Kontrastverhältnisse?	4.1.1.4		
18	Besteht Flimmerfreiheit auch bei eingeschalteter Beleuchtung?	4.1.1.6		
19	Ist die Zeichenhelligkeit den Verhältnissen angepasst?	3.1.7.2		
20	Ist ein ausreichender Sichtkontakt zu benachbarten Arbeitsplätzen und Bildschirmen gewährleistet?	–		
21	Besteht in irgendeine Richtung Sichtverbindung ins Freie?	–		

8.2.4 Checkliste für das an Bildschirmarbeitsplätzen beschäftigte Personal

Nr.	Frage/Forderung	Siehe Kapitel	Forderung	
			erfüllt	nicht erfüllt
	Aufstellung des Bildschirmgeräts			
1	Ist Ihre Schulter bei der Bildschirmarbeit gegen das Fenster gerichtet (Lichteinfall von der Seite)?	4.1.2		
2	Spiegeln sich keine Lichtquellen (Fenster, Leuchten) auf Ihrem Bildschirm? Prüfen Sie dies bei ausgeschaltetem Bildschirm!	4.1.2		
3	Haben Sie genügend Platz für die Tastatur und die Maus?	4.3		
	Anpassung der einzelnen Elemente an Körpergrösse und Tätigkeit			
4	Ist die Sitzhöhe auf Ihre Körpergrösse eingestellt?	3.5.2		
5	Ist die Tischhöhe auf Ihre Körpergrösse eingestellt?	3.4.3		
6	Ist die Bildschirmhöhe auf Ihre Körpergrösse eingestellt?	4.2.2.2		
7	Beträgt die Sehdistanz zu Bildschirm und Beleghalter 60-80 cm?	4.2.2.1		
8	Sind Sie über die Verstellmöglichkeiten der einzelnen Elemente und die optimale Einstellung instruiert worden?	4.9		
	Bildschirmeinstellung und Unterhalt			
9	Sind Zeichenhelligkeit und Kontrast optimal eingestellt?	3.1.7.2		
10	Werden Bildschirm, Tastatur und Maus regelmässig gewartet (gereinigt)?	–		
11	Ist die Arbeitsfläche auf dem Bildschirm maximal ausgenützt (keine leeren Randzonen)?	3.1.2		
12	Sind keine unnötigen Zeichen auf dem Bildschirm sichtbar, die die nutzbare Fläche reduzieren?	3.1.2		
13	Ist die gewählte Bildschirmschrift gross genug und gut lesbar?	3.1.7		
14	Werden Glasfilter, falls vorhanden, regelmässig gereinigt?	3.1.6		
	Arbeitsorganisation, Gesundheitsvorsorge			
15	Wird durch die Arbeitsorganisation für eine gesunde Mischtätigkeit gesorgt?	7.2.3		
16	Besteht eine sinnvolle Pausenregelung?	7.2.4		
17	Machen Sie regelmässig Bewegungs- und Stretchingübungen?	6.3.4		
18	Werden Anordnung und Einstellung der einzelnen Elemente des Arbeitsplatzes periodisch überprüft?	4.2 7.2.3		
19	Ist Ihre Brille, falls erforderlich, den speziellen Sehentfernungen bei der Bildschirmarbeit angepasst?	6.2		
20	Verfügen Sie über Mobiliar, das Ihnen ein zeitweiliges Arbeiten im Stehen ermöglicht?	3.4.7		
21	Gibt es in Ihrer Abteilung oder in Ihrem Büro eine Ansprechperson für Probleme mit dem Bildschirmarbeitsplatz?	7.2.3		
22	Werden Sie über Neuerungen und Änderungen im Zusammenhang mit dem Bildschirmarbeitsplatz umfassend und rechtzeitig informiert?	7.2.1		

9 Anlauf- und Beratungsstellen, Hilfsmittel

9.1 Seco und Eidgenössische Arbeitsinspektorate

Abteilung Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene des seco (Staatssekretariat für Wirtschaft)

- Gurtengasse 3, 3011 Bern,
  Tel. 031 322 29 10, Fax 031 324 16 84
- Kreuzstrasse 26, 8008 Zürich,
  Tel. 01 261 77 78, Fax 01 251 65 02

Eidgenössische Arbeitsinspektorate:

- Inspection fédérale du travail 1,
  Petit-Chêne 21, 1003 Lausanne,
  Tel. 021 320 73 71, Fax 021 311 02 82
- Eidg. Arbeitsinspektorat 2,
  Bahnhofstrasse 17, 5000 Aarau,
  Tel. 062 822 92 12, Fax 062 822 98 84
- Eidg. Arbeitsinspektorat 3, Neptunstrasse 60, 8032 Zürich,
  Tel. 01 383 23 23, Fax 01 383 29 37
- Eidg. Arbeitsinspektorat 4, Neugasse 30, 9001 St. Gallen,
  Tel. 071 228 68 28, Fax 071 228 68 25

9.2 Kantonale Arbeitsinspektorate

Die aktuellen Adressen und Telefonnummern finden Sie im Telefonbuch.

9.3 Verschiedene Organisationen

- Institut universitaire romand de Santé au Travail (IST), rue du Bugnon 19,
  1005 Lausanne, Tel. 021 314 74 21,
  Fax 021 314 74 20
- Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie (IHA), ETH-Zentrum, NW, 8092 Zürich,
  Tel. 01 632 39 73, Fax 01 632 11 73
- Schweizerische Lichttechnische Gesellschaft (SLG), Postgasse 17, 3011 Bern
  Tel. 031 312 22 51, Fax 031 312 12 50

9.4 Suva

Tel. 041 - 419 51 11
Fax 041 - 419 59 17 (für Bestellungen)

Zum Thema «Arbeit am Bildschirm» können Sie bei der Suva folgende Informations- und Unterrichtsmittel beziehen:

Lernprogramm
Interaktives Lernprogramm über die Bildschirmarbeit (CBT-Programm) auf CD. Das Programm kann auf jedem PC, der mit einem CD-Laufwerk ausgerüstet ist, installiert werden und dient der Schulung der Benützerinnen und Benützer im Bereich der Ergonomie am Bildschirmarbeitsplatz.

Diese CD mit Anleitung ist bei der Suva für Fr. 30.— erhältlich. Das Angebot an EDV-Programmen, die sich mit der Ergonomie am Bildschirmarbeitsplatz befassen, wird laufend erweitert. Erkundigen Sie sich beim Kundendienst der Suva nach dem neusten Stand (Tel. 041 - 419 58 51)!

Broschüren und Kleinplakate

44034 Broschüre «Bildschirmarbeit. Wichtige Informationen für Ihr Wohlbefinden». 24 Seiten, Kurzfassung der vorliegenden Broschüre.

55113 Kleinplakat A4 «Auf die richtige Höhe kommt es an!»

55149 Kleinplakat A4 «Dein Rücken liebt Bewegung»

Lieferantenverzeichnisse
Bei der Suva können folgende Verzeichnisse der Lieferanten von speziellen Erzeugnissen angefordert werden (die Verzeichnisse werden laufend aktualisiert):

Nr. 86960 Bildschirmfilter

Nr. 86961 Fussstützen

Nr. 86962 Beleghalter

Nr. 86963 Terminal-Schwenkarme

Nr. 86964 Handgelenkstützen

Nr. 86965 Bildschirmreinigungsmittel

Nr. 86966 Verschiedene Produkte

10 Literatur

(1) SLG/LiTG/LTAG/NSVV: Handbuch für Beleuchtung, ecomed Fachverlag, Landsberg, 1992.

(2) D. Fischer: Philips Licht Handbuch, Eindhoven, 1980.

(3) E. Grandjean: Physiologische Arbeitsgestaltung, Leitfaden der Ergonomie, Ott Verlag, Thun, 1991.

(4) H. Krüger, W. Müller-Limmroth: Arbeiten mit dem Bildschirm, aber richtig! Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, München, 1989 (9. Auflage).

(5) Th. Fellmann, U. Bräuninger, R. Gierer, E. Grandjean: An ergonomic evaluation of VDTs, Behaviour and information technology, Vol. 1, No. 1, 1982, 69-80.

(6) E. Grandjean, W. Hünting, M. Pidermann: A field study of preferred settings of an adjustable VDT workstation and their effects on body postures and subjective feelings, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETHZ, Juni 1982 (deutsche Zusammenfassung unter dem Titel «Körperhaltung am Bildschirmarbeitsplatz»).

(7) A. Cakir, D.J. Hart, T.F.M. Stewart: Bildschirmarbeitsplätze. Ergonomie, Arbeitsplatzgestaltung, Gesundheit und Sicherheit, Aufgabenorganisation, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1980.

(8) Ph. Spinas, N. Troy, E. Ulich: Leitfaden zur Einführung und Gestaltung von Arbeit mit Bildschirmsystemen, hg.v. Gottlieb Duttweiler Institut, Verlag Industrielle Organisation, Zürich, 1983.

(9) Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse: Bildschirmarbeitsplätze, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund, 1989.

(10) O. Höhnke, A. Ramme: Bewegung und Entspannung am Arbeitsplatz, G. Thieme Verlag, Stuttgart, 1990.

(11) D. Sellers: Computer - aber sicher, Midas Verlag, St. Gallen, Zürich, 1996.

(12) E. Hartmann: Beleuchtung am Arbeitsplatz, Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, München, 1982.

(13) D. Rudolph: Ergonomie an Bildschirmarbeitsplätzen, Raab Karcher Elektronik GmbH, Nettetal, 1994.

(14) H. R. Ris: Beleuchtungstechnik für den Praktiker, vde-verlag GmbH, Berlin und Offenbach, 1992.

(15) M. Wolf: Integriertes Augentraining, Eigenverlag, Kastanienbaum, 1990.

(16) D. Spielmann, R. Kampfmann: SitzLast – Steh-Lust, Westermann-Kommunikation, 1993.

(17) H. W. Bodmann, K. Eberbach, H. Leszczynska: Lichttechnische und ergonomische Gütekriterien der Einzelplatzbeleuchtung im Büro, Bundesamt für Arbeitsschutz, Dortmund, 1995.

(18) Ch. Schierz, H. Krueger: Beleuchtung, in Handbuch der Arbeitsmedizin, Kap. II-3.5, ecomed Fachverlag, Landsberg, 16. Erg. Lfg. 4/1996, S. 1-40.

(19) C. Baitsch u.a.: Computerunterstützte Büroarbeit. vdf-Hochschulverlag AG, Zürich, 1989.

(20) M. Burmester u.a.: Das SANUS-Handbuch: Bildschirmarbeit EU-konform. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschung FB 760, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1997.

(21) A. Dix u.a.: Mensch Maschine Methodik, Prentice Hall, München, 1995.

(22) G. Grote: Autonomie und Kontrolle, vdf-Hochschulverlag AG, Zürich, 1997.

(23) M. Rauterberg, P. Spinas, O. Strohm, E. Ulich & D. Waeber: Benutzerorientierte Software-Entwicklung, vdf-Hochschulverlag AG, Zürich, 1994.

(24) G. Richenhagen, J. Prümper, J. Wagner: Handbuch der Bildschirmarbeit. Luchterhand, Neuwied, 1997.

(25) E. Ulich: Arbeitspsychologie, 4. Auflage, Poeschel, Stuttgart, 1998.

(26) Informationen von IBM zum Thema Ergonomie im Internet: www.pc.ibm.com/healthycomputing

11 Verdankungen

Wir danken den folgenden Firmen für das Überlassen von Unterlagen und die Erlaubnis zum Nachdruck von Bildmaterial:

- assist system ag, 9100 Herisau
- Girsberger AG, Sitzmöbel, 4922 Bützberg
- IBM Schweiz, 8010 Zürich
- Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH, 8092 Zürich
- Joma-Trading AG, 8355 Aadorf
- ORG-DELTA GmbH, D-73528 Reichenbach/Fils
- Albert Stoll Giroflex AG, 5322 Koblenz
- Systron, EMV-Störschutztechnik, 8340 Hinwil
- Waldmann Leuchten GmbH, 5024 Küttigen
- Zemp AG, Büromöbel-Systeme, 6015 Reussbühl
- Zumtobel Staff AG, 8050 Zürich

In der vergangenen Zeit haben viele Benützerinnen und Benützer von Bildschirmarbeitsplätzen Anregungen an die Suva herangetragen, die zu einem grossen Teil Eingang in diese Neuauflage gefunden haben. Auch in Zukunft ist die Suva für Anregungen zum Thema dankbar.

Ein besonderer Dank gilt der Schweizerischen Lichttechnischen Gesellschaft SLG (Fachgruppe 1, Innenbeleuchtung/Tageslichtbeleuchtung, Herr Dr. Ch. Schierz und Herr Carlo Herbst) für ihre wertvollen Verbesserungs- und Ergänzungsvorschläge.

Speziell Frau Margot Vanis sowie den Herren Dr. Beat Hohmann, Hermann Jossen, Carlo Matzinger, Dr. Michael Oliveri, Dr. Ruedi Rüegsegger und Dieter Schmitter, die sich in der Suva ebenfalls mit der Ergonomie an Bildschirmarbeitsplätzen befassen, sei für die vielen Tips und praktischen Beiträge ganz herzlich gedankt.

Zur 11. Auflage der vorliegenden Schrift wurde den folgenden Institutionen Gelegenheit geboten, sich zum Inhalt zu äussern:

- Ärztlicher Dienst der SBB, der allgemeinen Bundesverwaltung und der PTT-Betriebe
- Schweizerische Gesellschaft für Arbeitsmedizin
- Vereinigung Schweizerischer Betriebsärzte
- Schweizerische Lichttechnische Gesellschaft (SLG)
- Schweizerische Ophthalmologische Gesellschaft
- Schweizerischer Gewerkschaftsbund
- Arbeitgeberverband der Schweizer Maschinenindustrie ASM
- Zentralverband Schweizerischer Arbeitgeberorganisationen
- Bundesamt für Wirtschaft und Arbeit BWA
- Interkantonale Vereinigung für Arbeitsrecht IVA

12 Sachwortregister

Z

13 Zusammenfassung

Die Arbeit am Bildschirm ist seit langem Gegenstand einer oft vehement und emotional geführten Diskussion in der Öffentlichkeit. Arbeitsphysiologische Aspekte stehen dabei im Vordergrund. In der vorliegenden Broschüre wird gezeigt, wie sich Beschwerden vermeiden lassen, über die bei der Arbeit an Bildschirmgeräten oft geklagt wird. Nach einer kurzen Einführung in die Lichttechnik werden die aus ergonomischer Sicht nötigen Anforderungen an das Gerät selbst, an die Raumbeleuchtung, an das Mobiliar, an die Software und nicht zuletzt an die Arbeitsorganisation besprochen. Einige in diesem Zusammenhang wichtige arbeitsmedizinische und arbeitsphysiologische Fragen werden gestreift. Es wird festgehalten, dass durch Bildschirmarbeit verursachte Augenerkrankungen nicht bekannt sind. Checklisten, die es den Interessierten leichter machen sollen, die gegebenen Ratschläge anzuwenden, ergänzen die Empfehlungen.

Bestellnummer: 44022.d